

ISSN 2071-7296

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

# **ВЕСТНИК СибАДИ**

Выпуск 4 (32)

Омск  
2013

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

<i>Учредители:</i>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»
<i>Свидетельство о регистрации</i>	ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

**Вестник СибАДИ** : Научный рецензируемый журнал. – Омск: ФГБОУ ВПО «СибАДИ». - № 4 (32) . – 2013. – 194.

Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ» входит в **перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК** решением президиума ВАК от 25.02.2011 г. С 2009 года представлен в Научной Электронной Библиотеке [elibrary.ru](http://elibrary.ru) и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**. **Подписной индекс 66000** в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ"

**Редакционный коллегия** осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат

<p><i>Редакционная коллегия:</i> <b>Главный редактор</b> – Кирничный В. Ю. д-р экон. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ"; <b>Зам. главного редактора</b> – Бирюков В. В. д-р экон. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ"; <b>Исполнительный редактор</b> – Архипенко М. Ю. канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ"; <b>Выпускающий редактор</b> – Юренко Т. В.</p> <p><i>Члены редакционной коллегии:</i> <b>Витвицкий Е. Е.</b> д-р техн. наук, доц. <b>Волков В. Я.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Галдин Н. С.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Епифанцев Б. Н.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Жигадло А. П.</b> д-р пед. наук, доц. <b>Кадисов Г.М.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Матвеев С. А.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Мещеряков В. А.</b> д-р техн. наук, доц. <b>Мочалин С.М.</b> д-р техн. наук, доц. <b>Плосконосова В. П.</b> д-р филос. наук, проф. <b>Пономаренко Ю.Е.</b> д-р техн. наук, доц. <b>Прокопец В.С.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Сиротюк В. В.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Смирнов А. В.</b> д-р техн. наук, проф. <b>Хаирова С. М.</b> д-р экон. наук, доц. <b>Щербаков В. С.</b> д-р техн. наук, проф.</p> <p><i>Международный редакционный совет журнала:</i> <b>Винников Ю. Л.</b> д-р техн. наук, проф., член Украинского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения, член ISSMGE, член Академии строительства Украины (Украина) <b>Жусупбеков А. Ж.</b> президент Казахстанской геотехнической ассоциации, директор геотехнического института при ЕНУ им Л.Н. Гумилева, д-р техн. наук., проф., член ISSMGE. (Казахстан) <b>Лим Донг Ох</b> д-р инженерных наук, проф. Президент Университета Джунгбу (Южная Корея) <b>Лис Виктор</b> канд.техн.наук., инженер – конструктор отдела специальных кранов фирмы Либхерр – верк Биберах ГмбХ (Германия) <b>Подшивалов В. П.</b> д-р техн. наук, проф., зав. каф. инженерной геодезии Белорусского национального технического университета (Белоруссия) <b>Хмара Л. А.,</b> д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Строительные и дорожные машины» ГВУЗ ПДАБА (Украина)</p>	<p><i>Editorial board:</i> <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>Arkhpenko M.</b> Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor <b>Yurenko T.</b> Publishing Editor</p> <p><i>Members of editorial board:</i> <b>Vitvitsky E.</b> Doctor of Technical Science Docent <b>Volkov V.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Galdin N.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Epifantzev B.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Jigadlo A.</b> Doctor of Pedagogical Science, Professor <b>Kadisov G.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Matveev S.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Mescheryakov V.</b> Doctor of Technical Science, Docent <b>Mochalin S.</b> Doctor of Technical Science, Docent <b>Ploskonosova V.</b> Doctor of Philosophy, Professor <b>Ponomarenko Yu.</b> Doctor of Technical Science, Docent <b>Prokopets V.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Sirotyk V.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Smirnov A.</b> Doctor of Technical Science, Professor <b>Khairova S.</b> Doctor of Economical Science, Docent <b>Scherbakov V.</b> Doctor of Technical Science, Professor</p> <p><i>International Editorial Board of the magazine:</i> <b>Vinnikov J. L.</b> Dr.-Ing. Science, a member of the Ukrainian Society of Soil Mechanics, Geotechnics and Foundation, a member of ISSMGE, member of the Academy of Construction of Ukraine (Ukraine) <b>Zhusupbekov A. J.</b> President of Kazakhstan Geotechnical Association, Director of Geotechnical Institute at ENU LN Gumilev, Dr.-Ing. Science, Professor, member ISSMGE. (Kazakhstan) <b>Lim Dong Oh</b> Dr. of Engineering, Professor University President Dzhungbu (South Korea) <b>Victor Lis</b> Dr. – lang (WAK) Entwick lungsingenieur Buro Krantechnic, Konstruktion Sonderkrane Liebher – Werk Biberac CmbH (Germany) <b>Podshivalov V. P.</b> Dr. teh.h Sci., Head. Univ. Surveying Engineering of the National Technical University (Belarus) <b>Khmara L. A.</b> Dr.-Ing. Sci., Head. Univ. "Construction and Road Machines" (Ukraine)</p>
---	--

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I

#### ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

<b>Д. И. Лепёшкин, А. Л. Иванов</b> Проблемы разработки автоматизированной системы диагностирования топливopодающей аппаратуры	7
<b>Е. А. Лысенко, А. П. Болштянский, Д. А. Кузеева, Е. А. Павлюченко</b> Работа автомобильного бортового малорасходного холодильного агрегата в условиях ограниченной мощности	17
<b>А. М. Муратов, А. К. Кайнарбеков</b> Энергетический анализ проходимости колеса и переход к его модернизации	20
<b>И. А. Мурог, Е. С. Терещенко, Д. Ю. Фадеев, Д. В. Шабалин</b> Устранение неисправностей рулевого управления	25
<b>М. М. Саенко, А. П. Жигадло, А. Л. Иванов</b> Влияние различных факторов на величину и равномерность подачи топлива в цилиндры дизеля	29
<b>А. А. Шинкаренко, В. В. Куюков</b> Активная безопасность автопоездов при движении в транспортном потоке	35
<b>И. И. Ширлин, А. В. Колунин, С. А. Гельвер, А. А. Иванников</b> Влияние условий эксплуатации автомобилей на ресурс работы моторного масла	42

### РАЗДЕЛ II

#### СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<b>А. А. Дубенков</b> Комплексная оценка инженерно-геологических и мерзлотных условий при районировании трассы дороги	46
<b>П. П. Ефимов</b> Использование двухлинейных моделей деформирования бетона и арматуры при расчёте железобетонных элементов, подверженных сжатию с изгибом	52
<b>С. А. Матвеев, Н. Н. Литвинов</b> Определение деформационных характеристик щебеночно-песчаного основания, армированного стальной геосеткой	57
<b>Ю. Е. Пономаренко, Е. В. Ступаченко</b> Методы научно - технического прогнозирования	61
<b>В. И. Сологаев, И. В. Крестьяникова</b> Об определении фильтрационных параметров грунтов с помощью моделирования методом электронных таблиц при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем	67
<b>Д. А. Разуваев</b> Определение деформационных параметров верхней части рабочего слоя земляного полотна	71
<b>Ю. А. Цибариус</b> Учет временной набрызгбетонной крепи при определении напряженного состояния постоянной обделки тоннеля	76
<b>В. С. Щербаков, М. С. Корытов</b> Проектирование трассы автомобильной дороги на основе цифровой модели макрорельефа местности	81

### РАЗДЕЛ III

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

<b>В. Я. Волков, К. А. Куспеков</b> Геометрические методы оптимизации инженерных сетей	88
<b>П. А. Корчагин</b> Математическая модель динамической системы "экскаватор – оператор"	91
<b>К. А. Куспеков</b> Геометрическое моделирование инженерных сетей на плоскости с полярной метрикой	96
<b>О. Л. Маломыжев, А. Г. Семенов, В. В. Скутельник</b> Разработка методики расчета системы смазки деталей машин	98

<b>И. А. Полонский, С. Н. Чуканов, В. Е. Щипанов</b>	
Исследование прямых и обратных функциональных зависимостей экономических показателей на основе построения RBF функций	104
<b>Г. И. Шабанова</b>	
Некоторые классы функций, связанные с сингулярной задачей Штурма-Лиувилля	108
РАЗДЕЛ IV <b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ</b>	
<b>В. В. Алещенко, Д. К. Петренко</b>	
Определение направлений диверсификации предпринимательской деятельности (на примере предприятий строительной индустрии)	114
<b>В. А. Андрюшенков</b>	
Незаконное использование иностранной рабочей силы в строительной сфере	119
<b>С. Н. Апенько</b>	
Региональные тенденции развития управления проектами как профессионального труда: результаты исследования в Омске	124
<b>В. В. Бирюков</b>	
Автомобильно-дорожный комплекс Омской области: проблемы и особенности модернизации	130
<b>Т. В. Боброва, С. В. Ефименко</b>	
Оценка экономической эффективности учета изменчивости геокомплексов при проектировании дорожных одежд автомобильных дорог	136
<b>Г. Д. Боуш</b>	
Проектирование кластеров в автотранспортной отрасли с применением когнитивных технологий	140
<b>В. Ю. Кирничный</b>	
Факторы и механизмы формирования транспортного кластера в Омском регионе	147
<b>А. Б. Крутик, А. Е. Миллер</b>	
Влияние модернизационных процессов на обеспечение экономической безопасности России	154
<b>С. М. Хаирова</b>	
Внедрение интегрированных моделей оптимизации цепей поставок и формирование логистического сервиса в транспортных системах	163
<b>О. В. Шурыгина</b>	
Экологические затраты как экономическая и учетная категории	171
<b>Л. В. Эйхлер, Е. И. Кузнецова</b>	
Механизм управления реализацией инновационной деятельности организации	178
<b>Р. Г. Смелик</b>	
Воинский труд: теоретико-методологические основы	184
<b>ЮБИЛЕЙ</b>	
К юбилею Анатолия Ивановича Демиденко	189

## CONTENTS

### PART I TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

<b>D. I. Lepyoshkin, A. L. Ivanov</b> Problems of the development of the automatic system of the diagnostics fuel giving equipments	7
<b>E. A. Lysenko, A. P. Bolshtyansky, D. A. Kuzeeva, E. A. Pavluchenko</b> Work of the automobile onboard small refrigerating unit in conditions of the limited capacity	17
<b>A. M. Muratov, A. K. Kaynarbekov</b> Energy analysis of tyre and the transition to its modernization	20
<b>I. A. Mypor, E. S. Tereshchenko, D. YU. Fadeev, D. V. Shabalin</b> Elimination of malfunctions of a steering	25
<b>M. M. Saenko, A. P. Zhigadlo, A. L. Ivanov</b> Influence different factor on value and uniformity of the presenting fuel in cylinders of the diesel	29
<b>A. A. Shinkarenko, V. V. Kuyukov</b> Increfst traffic safety track road trains	35
<b>I. I. Shirlin, A. V. Kolunin, S. A. Gелver, A. A. Ivannikov</b> Effect of duty vehicles in resource of engine oil	42

### PART II ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

<b>A. A. Dubenkov</b> Road regionalization: comprehensive assessment of geological engineering and permafrost conditions	46
<b>P. P. Efimov</b> Using bilinear stress-strain model for concrete and reinforced with computing ferroconcrete elements exposed axial force and bending moment	52
<b>S. A. Matveev, N. N. Litvinov</b> Determination of deformation characteristics of the crushed-stone-sand basis reinforced by a steel geogrid	57
<b>Yu. Ye. Ponomarenko, E. V. Stupachenko</b> Methods of science and technology forecasting	61
<b>V. I. Sologaeв, I. V. Krestyanikova</b> Determination of filtration parameters primed with simulations using spreadsheets at radial water filtration with a constant level	67
<b>D. A. Razuvaev</b> Determination of deformation parameters of subgrade	71
<b>Yu. A. Tsibarius</b> Tensity of permanent tunnel lining with temporary shotcrete lining factor	76
<b>V. S. Shcherbakov, M. S. Korytov</b> Designing the route of the road based on the digital terrain model macrorelief	81

### PART III MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

<b>V. Y. Volkov, K. A. Kuspekov</b> Geometrical methods of optimization of engineering networks	88
<b>P. A. Korchagin</b> Mathematical model of the dynamic system «excavator - operator»	91
<b>K. A. Kuspekov</b> Geometrical modeling of engineering networks on the plane with a polar metrics	96
<b>O. L. Malomyzhev, A. G. Semenov, V. V. Skutelinik</b> The development of methodology for calculation of feeds the lubricant to element	98
<b>I. A. Polonsky, S. N. Chukanov, V. E. Shchipanov</b> The investigation of direct and inverse functional dependences of economic indicators on the basis of constructing RBF functions	104

<b>G. I. Shabanova</b>	
Some classes of functions which are connected the inverse singular Sturm-Liouville problem	108

#### **PART IV ECONOMICS AND MANAGEMENT**

<b>V. V. Aleshchenko, D. K. Petrenko</b>	
Searching of diversification directions of business activity (on the example of the construction industry enterprises)	114
<b>V. A. Andryushenkov</b>	
Illegal use of foreign labor in the construction industry	119
<b>S. N. Apenko</b>	
Regional trends of project management as a professional work: a study in Omsk	124
<b>V. V. Biryukov</b>	
Automobile and road complex Omsk region: challenges and features of modernization	130
<b>T. V. Bobrova, S. V. Efimenko</b>	
Appraisal of cost-effectiveness dynamic assessment of geocomplexes in the pavement design of highway	136
<b>G. D. Boush</b>	
Designing of Clusters in Trucking Branch using cognitive technologies	140
<b>V. Y. Kirnichny</b>	
Factors and mechanisms of formation of transport cluster in the Omsk region	147
<b>A. B. Krutik, A. E. Miller</b>	
Influence of modernization processes on ensuring economic safety of Russia	154
<b>S. M. Khairova</b>	
The introduction of integrated models to optimize the supply chain and logistics services in the formation of transport systems	163
<b>O. V. Shurygina</b>	
Environmental costs as economic and accounting category	171
<b>L. V. Eihler , E. I. Kuznetsova</b>	
The mechanism of management of realization of innovative activity at the level of the enterprise	178
<b>R. G. Smelik</b>	
Military labour: theoretical and methodological basics	184

#### **ANNIVERSARY**

On the anniversary of Anatoly Demidenko	189
---	-----

# РАЗДЕЛ I ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.436.12

## ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВОПОДАЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

Д. И. Лепёшкин, А. Л. Иванов

**Аннотация.** На основании проведенного комплекса теоретических исследований раскрыт физический подход к решению задачи диагностирования топливной аппаратуры дизеля, выбраны и обоснованы диагностические параметры, предложена математическая модель топливной аппаратуры для использования выбранных диагностических параметров, выполнена оценка достоверности выборных диагностических параметров. Ил. 7. Библ. 5.

**Ключевые слова:** диагностика, топливная аппаратура дизеля, диагностические параметры.

### Введение

В настоящее время перед двигателестроителями стоит задача качественного совершенствования системы управления двигателем на основе использования бортового компьютера (БК). Разрабатываемый таким образом управляющий комплекс называется автоматизированной системой управления двигателем (АСУД). Задача АСУД – свести работу водителя (субъекта управления) к выбору режима движения в зависимости от внешних условий и технического состояния двигателя, т.е. субъект управления должен быть избавлен от решения всего множества промежуточных задач таких, как управление подачей топлива при трогании с места, разгоне, переключении передач, оценки технического состояния двигателя как в целом, так и по элементам (на основе показаний существующих КИП), и т.д. Это достигается тесным сплетением БК с объектом управления, реализации многочисленных связей, несущих информацию о техническом состоянии того или иного узла и передающих команды на его управляющие элементы. Одной из основных таких связей в АСУД является связь БК – топливная аппаратура (ТАД), сокращенно СК-ТА.

Реализация автоматизированной НД связана с разработкой программного обеспечения БК на основе выбранных диагностических параметров (ДП) и передаточных функций неисправностей ТАД найденных на всей области определения ДП. Согласно ГОСТ 23435-79 [4]. ДП должен удовлетворять следующим требованиям:

- однозначности, т.е. каждому значению

структурного параметра, характеризующего состояние объекта, соответствует определенное значение выходного параметра процесса;

- чувствительности, т.е. изменению структурного параметра должно соответствовать возможно большее изменение выходного параметра;

- доступности и удобству изменения параметра.

Поэтому выбор ДП, доказательство их достоверности на основе существующих датчиков и определения возможности построения системы непрерывного диагностирования.

### 1. Физический подход к решению задачи диагностирования

Построение АСД связано с решением задачи диагностирования. Для её решения воспользуемся физическим методом, т.е. на основании физических законов функционирования реальной ТАД, выраженный в корректной математической форме построим математическую модель впрыска топлива и поставим вычислительный эксперимент.

#### 1.1. Теоретическая постановка задачи диагностирования топливной аппаратуры

Рабочий процесс топливовпрыскивающей аппаратуры с точки зрения диагностики, может рассматриваться как процесс кодирования информации о состоянии агрегатов и узлов в числовые значения параметров диагностики сигналов и математически выразить как отображение  $f$  множества возможных состояний  $x(x_1, x_2, \dots, x_n)$  на множество сигналов  $Y(y_1, y_2, \dots, y_n)$ . Каждый параметр  $Y_i$  сигнала  $Y$  является функцией переменных параметров  $X_i$  состояния  $Y$  ТАД. Неизвестной величиной являются пара-

метры состояния  $X_i$ , известной параметры сигналов  $Y_i$ . Диагностическая задача сводится в общем виде к решению системы:

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\ Y_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\ \dots \\ Y_n &= f_k(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \end{aligned} \right\} (1)$$

Последняя система может быть решена, если ее представить в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= F_1(y_1, y_2, y_3, \dots, y_k) \\ X_2 &= F_2(y_1, y_2, y_3, \dots, y_k) \\ \dots \\ X_n &= F_n(y_1, y_2, y_3, \dots, y_k) \end{aligned} \right\} (2)$$

При этом всякая функция должна быть непрерывна и дифференцируема, а функциональный определитель системы (1) отличен от нуля, т.е.

$$\begin{vmatrix} \frac{f_1}{dx_1} & \frac{df_1}{dx_2} & \frac{df_1}{dx_3} & \dots & \frac{df_1}{dx_n} \\ \frac{df_2}{dx_1} & \frac{df_2}{dx_2} & \frac{df_2}{dx_3} & \dots & \frac{df_2}{dx_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{df_k}{dx_1} & \frac{df_k}{dx_2} & \frac{df_k}{dx_3} & \dots & \frac{df_k}{dx_n} \end{vmatrix} \neq 0 \quad (3)$$

Запись  $Y = f(x, t)$ . (4)

Будем рассматривать как некоторую аналитическую форму представления системы передаточных функций (сигналов) исправной ТАД, отражающих зависимость реализуемых выходных функций  $Y$  от входных переменных (состояния)  $X$  и от времени  $t$ . Систему (4) назовем математической моделью исправного объекта. Выделим для рассмотрения конечное множество неисправностей. Будем различать одиночные и краткие неисправности. Под одиночной будем понимать неисправность, принимаемую в качестве элементарной т.е. которая не может быть представлена (или не подлежит представлению совокупности нескольких других, более «мелких» неисправностей). Краткая неисправность является совокупностью одновременно существующих двух или большего числа одиночных неисправностей.

Символом  $S$  будем обозначать множества всех рассматриваемых (но не всех возможно, т.к. некоторые комбинации одиночных неисправностей фактически не существуют) одиночных и кратких неисправностей ТАД. Будем говорить, что при наличии в объекта неисправности  $S_i \in S, i=1, 2, \dots, /S/$  он находится в  $i$ -ом неисправном состоянии. Тогда решение

задачи (1) для  $i$ -того неисправного состояния математической модели ТАД может быть представлено в виде:

$$Y^I = f^I(x, t). \quad (5)$$

т.е. ТАД, находившаяся в  $i$ -том неисправном состоянии реализует такую систему передаточных функций. Систему (5) для фиксированного  $i$  называть математической моделью  $i$ -той неисправности ТАД. Обозначим символом  $\Pi$  множество всех допустимых элементарных проверок  $\pi_j \in \Pi, j=1, 2, 3, \dots, /\Pi/$  объекта (ТАД), т.е. таких проверок, которые физически осуществимы в конкретных условиях проведения диагноза. Каждая элементарная проверка характеризуется значением воздействия, поступающего на объект при реализации элементарной проверки, и ответа на это воздействие. Значение  $\alpha_j$  воздействия в элементарной проверке  $\pi_j \in \Pi$  определяется составом входных переменных и последовательностью во времени  $t$  их значений  $X_j$ . Ответ объекта в элементарной проверке  $\pi_j$  характеризуется составом  $\{x\}$   $j$  контрольных точек и значением (результатом элементарной проверки)  $R_{ji}$  зависящим от технического состояния объекта (отсутствие индекса  $i$  соответствует исправному объекту).

Таким образом, результат  $R_j^i$  элементарной проверки представляется в общем случае последовательностью  $\{X_j\}$  мерных векторов и является функцией значения  $\alpha_j$  воздействия:

$$R_j^i = f^i(\alpha_j, \{X_j\}), \quad (6)$$

для исправной ТАД:  $R_j = f(\alpha_j, \{X_j\})$ . (7)

Связь между моделями типа (4), (5) и типа (6), (7) заключается в том, что последние м.б. получены путем постановки в правой части (4) и (5) значений  $X_j$  и  $t$  (для каждой элементарной проверки  $\pi_j \in \Pi$ ) и последующего вычисления значения тех компонентов векторов  $Y$  и  $Y_i$ , которые сопоставлены контрольными точками из множеств  $\{X_j\}$ . Для наглядности построения алгоритма диагноза задачу отыскания передаточных функций неисправностей ТАД сведем в таблицу 1. Для этого обозначим множество технических состояний объекта символом  $E$ ; пусть  $e \in E$  обозначает исправное состояние объекта, а  $e_i \in E$  – его  $i$ -тое неисправное состояние. Задание таблицы функций неисправностей эквивалентны заданию системы функций (6), (7).



Таблица 1 – Функции неисправностей

R	E				
	e	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	...	e <sub>/s/</sub>
$\pi_1$	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub> <sup>1</sup>	R <sub>1</sub> <sup>2</sup>	...	R <sub>1</sub> <sup>/s/</sup>
$\pi_2$	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> <sup>1</sup>	R <sub>2</sub> <sup>2</sup>	...	R <sub>2</sub> <sup>/s/</sup>
$\pi_3$	R <sub>/n/</sub>	R <sub>/n/</sub> <sup>1</sup>	R <sub>/n/</sub> <sup>2</sup>	...	R <sub>/n/</sub> <sup>/s/</sup>

**1.2. Выбор и обоснование диагностических параметров**

Для решения поставленной задачи определяем конечное множество неисправностей ТАД. Основные неисправности ТНВД включают в себя:

- задиры трущихся поверхностей плунжерных пар и заклинивание плунжеров во втулках;
- кавитационно-эрозионное разрушение деталей плунжерных пар;
- кавитационно-эрозионное разрушение нагнетательного клапана;
- ослабление (разрегулировка) или поломка пружина нагнетательного клапана;
- трещины втулок плунжеров;
- задиры и износ трущихся поверхностей деталей толкателей и кулачковых шайб;

В основные неисправности форсунок входят:

- нарушение герметичности запирающего конуса распылителя;

- зависание и износ игл распылителей;
- падение давления начала впрыскивания;
- закоксование и износ распыливающих отверстий распылителя.

Статистические данные по отказам показывают, что форсунки выходят из строя в основном в результате потери герметичности запирающего конуса распылителя и заклинивание игл в направляющих. В последние годы внедряются методы диагностирования ТАД основанные на измерении амплитудно-фазовых параметров рабочего процесса впрыска топлива [1, 2, 3]. Гидроимпульсы давления создаваемые плунжером насоса в нагнетательном тракте, дают значительную информацию о качестве функционирования топливной системы. На рисунке 1 показан характер гидроимпульсов, создаваемых в системе топливо-поддачи дизеля.

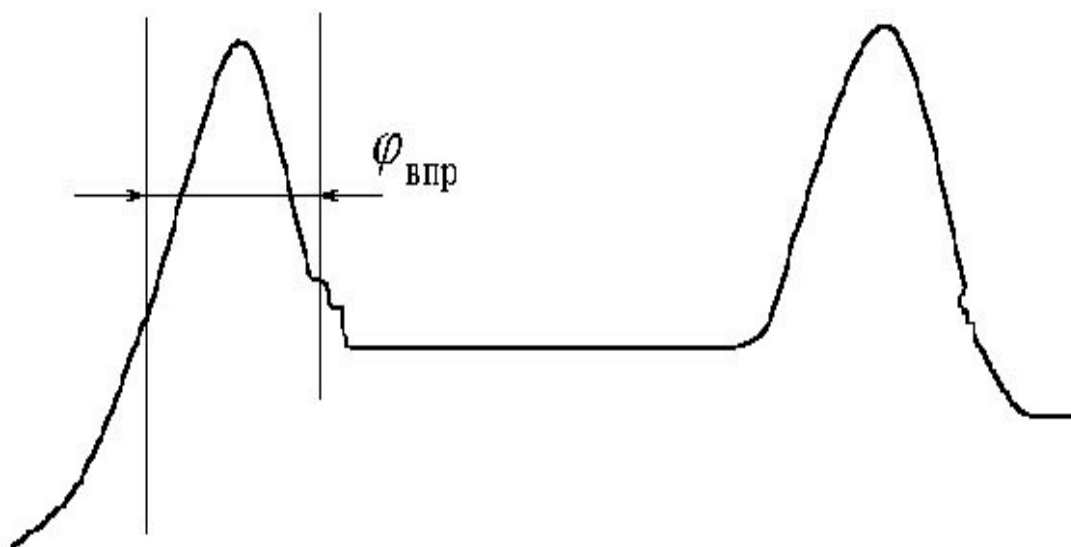


Рис. 1. Осциллограмма пульсаций давления впрыска топлива в двенадцати цилиндровом дизеле (данные исследований ЦНИДИ)

Обозначим амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) колебаний давления в трубопроводе как функцию  $P(x_1, t)$ . Будем рассматривать  $P(x_1, t)$  в качестве диагностического параметра, охватывающего все множество проверок П. Действительно вид  $P(x_1, t)$  зависит от исправной работы насоса и форсунки и может быть определен с некоторой вероятностью для статического процесса функционирования исправной ТАД. Мы говорим о функции  $P(x_1, t)$  как о случайной, т.к. все физические объекты являются стохастическими, т.е. их характеристики носят случайный характер. Это связано с тем, что все они изготавливаются с определенными допусками. Некоторые параметры изменяются в процессе эксплуатации. Соответственно разные объекты, выполненные по одинаковой технической документации, имеют несколько различающиеся статистические и динамические характеристики,

т.е. эти характеристики имеют вид случайных функций, для которых существует определенное математическое ожидание и дисперсия. При описании объектов, как детерминированных систем используется их математическое ожидание, однако при более строгом подходе их нужно принимать как стохастические объекты, считая характеристики элементов случайными функциями.

При наличии какой-либо неисправности в топливной аппаратуре АЧХ, заданная функцией  $P(x_1, t)$  изменяется. Например, при закоксовании отверстий форсунки интенсивность отсечки падает (возрастает противодавление в полости распылителя), что изменяет характер кривой  $P(x_1, t)$  на рисунке 2, сдвигая первую гармонику на величину  $\Delta t$  (процесс запаздывает).

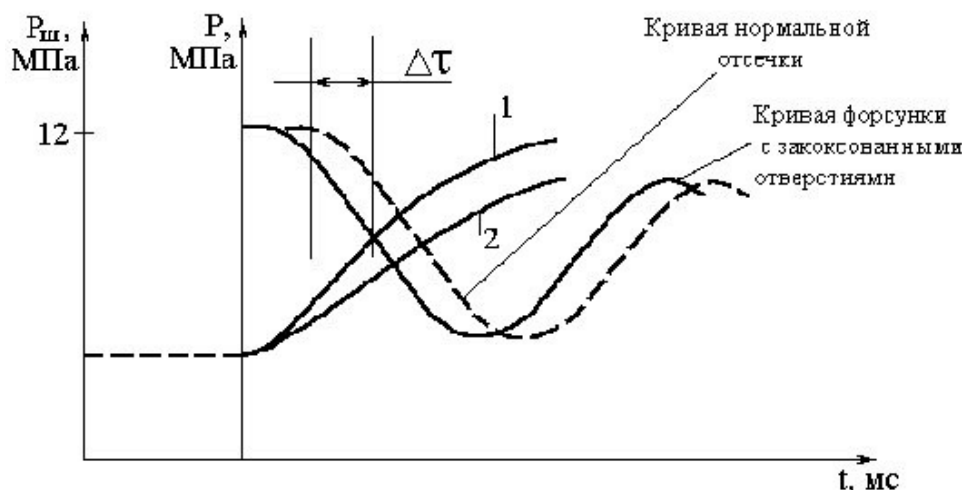


Рис. 2. График зависимости функций  $P(x_1, t)$  и  $P_{ш}(t)$  исправной ТАД и ТАД с закоксовыванием отверстий распылителя

Вычислительный эксперимент с использованием математической модели (МТА) дает следующие результаты для АЧХ исправной ТАД и ТАД с насосом у которого ослаблена пружина нагнетательного клапана на рисунке 2, где кривая 1-нормальное нарастание давление в штуцере, кривая 2- нарастание давления при ослабленной пружине клапана.

Если в работе ТАД имеются отклонения, то снятая АЧХ будет отличаться от характеристики нормально работающей системы. Структурная схема диагностирования ТАД по АЧХ будет выглядеть как представлено на рисунке 3. Изменение параметров

пульсаций давления в трубопроводе позволяет определять параметры с минимальной трудоемкостью. Для принятия функции  $P(x_1, t)$  в качестве диагностического параметра необходимо решить систему (2) с использованием элементов вектора  $Y$  (сигналов) множество функций т.е.:

$$Y = \{P_1(x_1, t), P_2(x_1, t), P_3(x_1, t), \dots, P_K(x_1, t)\}, \quad (8)$$

и доказать достоверность выбранного ДП. Доказательство достоверности приводится ниже.

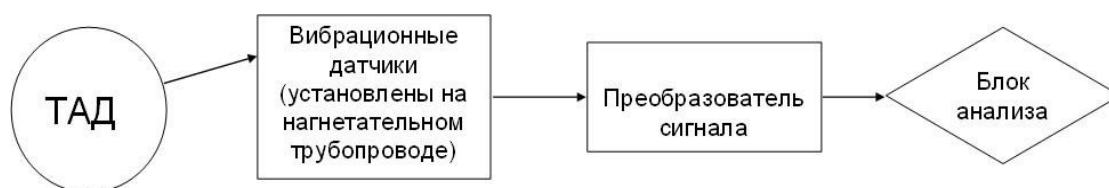


Рис. 3. Структурная схема диагностирования ТАД с использованием АЧХ

**2. Построение математической модели топливной аппаратуры для использования выбранных диагностических параметров**

Для решения задачи построения таблицы функций неисправностей и определения на ее основе множества D диагностических параметров (DЭП очевидно, необходимо, чтобы D – min). Проведем исследования рабочего процесса впрыска и определим функции связи между элементами множества П. С этой целью построим математическую модель исправной ТАД. В качестве базы МТА используем физические закономерности сплошных сред. Полуэмпирическая математическая модель ТАД (ПЭММТАД или сокращенно МТА) имеет вид:

$$F(x, Y, u) = 0, \tag{9}$$

где x(t) – вектор параметров объекта;  
 u(t) - вектор управляющих воздействий;  
 Y(t) - вектор возмущающих воздействий.

Форма записи (9) эквивалентна (4) за исключением дополнительной переменной u(t) – вектор возмущающих воздействий введенной для возможности дальнейшего включения АСД на основе МТА в единую АСУД.

**2.1. Моделирование развития неисправностей в МТА. Теоретический способ определения передаточных функций неисправностей**

Построенная углубленная МТА позволяет моделировать динамику развития деградацион-

ного процесса. Предположим, что разрегулирована пружина форсунки. Эта неисправность наложит на уравнение движения иглы форсунки изменение, касающееся предварительного поджатия пружины в большую или меньшую сторону, на рисунке 4. Ослабленная пружина вызывает преждевременное открытие иглы и ее запаздывающее закрытие. Уравнение движения иглы форсунки примет вид (соответственно изменятся необходимые расчетные блоки множества R):

$$m_u \frac{d^2 x_4}{dt^2} = P_\phi(t) f_{u\Pi}^B + P_B(t) f_{u\Pi}^M - k_{\Pi P}^u (\delta_u + x_u + \Delta) \tag{10}$$

Этим самым (это очевидно) значительно (даже при малом отклонении  $\delta_{u2} - \delta_{u1}$ ) снизится амплитуда АЧХ. И в точке предполагаемой установки датчика (у входа в форсунку) функция имеет вид, представленной на рисунке 5. Рассмотрим неисправность - износ запорного конуса иглы форсунки. При этом игла, находясь в нижнем положении не обеспечивает необходимой герметичности запорного конуса и уравнение первого этапа работы форсунки будет иметь дополнительный член в правой части, учитывающий истечение топлива в цилиндр.

$$U_n(t) f_{mP} = \beta V_\phi^1 \frac{dP_\phi}{dt} + \mu f_{u\phi} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_\phi(t) - P_i)} \tag{11}$$

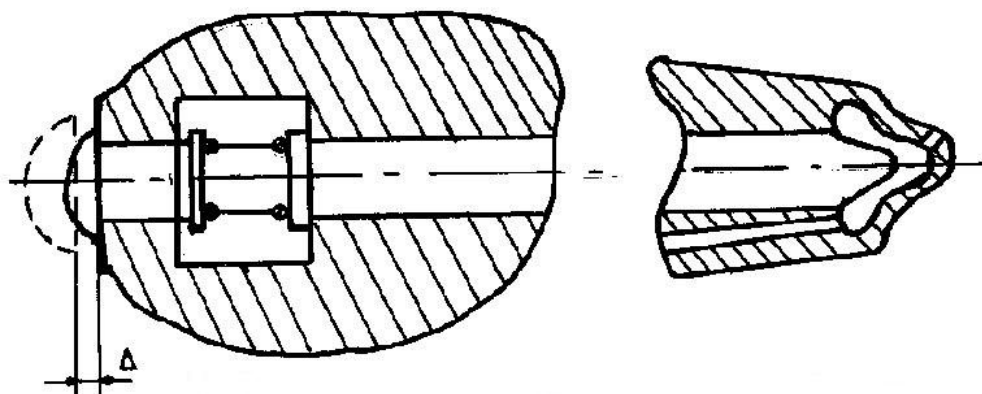


Рис. 4. Схема соответствия нормальной и неисправной составляющей уравнения движения иглы форсунки

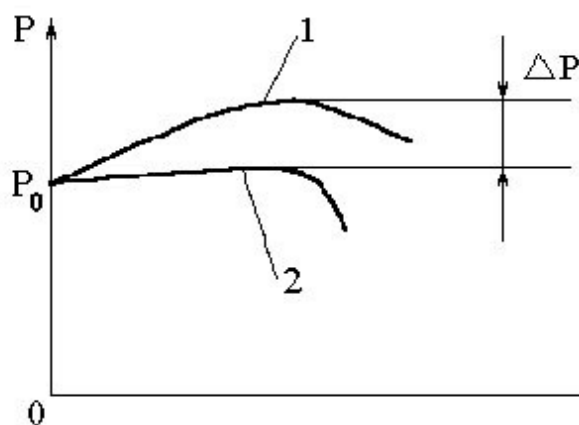


Рис. 5. График кривой  $P(x,t)$  нормальной (1) и ослабленной (2) пружины форсунки

Наличие этого дополнительного члена вызывает различие функции  $P(x,t)$  с нормальной АЧХ. Нарастание давления в полости форсун-

ки (на датчике, установленном на входе в форсунку) будет происходить со значительной задержкой, рисунок 6.

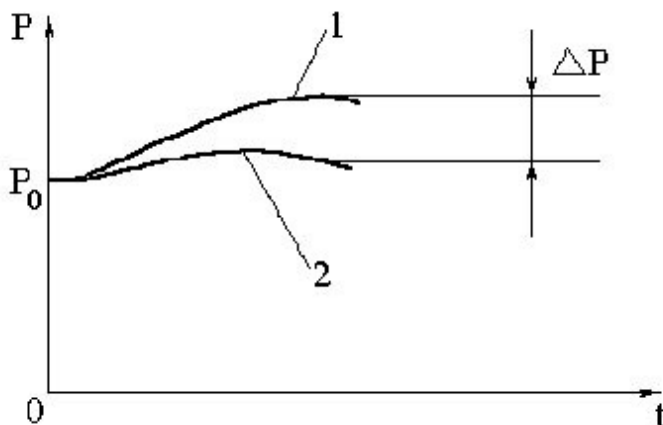


Рис. 6. График нарастания давления у входа в форсунку (1) при исправной ТАД и с изношенным запорным конусом (2)

Моделируя конечное множество неисправностей получаем множество передаточных функций развития неисправностей. Слово «развитие» применено с целью показать, что неисправность может быть обнаружена в самом начале своего зарождения, т.е. используя функцию  $P(x,t)$  за прошедший момент времени можно решить задачу прогностики – предсказание состояния ТАД на следующий момент времени  $t$ . Это качество предложенного теоретического способа целесообразно использовать в самонастраивающихся системах управления [5]. На проведении вычислительного эксперимента информация о состоянии топливной аппаратуры дизеля содержится в виде записи значений ДП  $P(x,t)$  и его отклонений от нормального уровня. Результаты представляются в виде совокупности дискретных значений. Принципиальной разницы между  $\{P(x,t)\}$  и неисправной функции нет и, ограни-

чиваясь максимальной частотой периодической составляющей, можно указать шаг квантования, при котором за период наблюдения  $t$  непрерывная и дискретная форма записи эквивалентна.

## 2. 2. Идентификация кривых

Наличие неисправности проявится в росте определенных составляющих в спектральном составе, в существенном изменении функции ДП. Анализируя кривую  $P(x,t)$  возможно во многих случаях сделать заключение о состоянии ТАД. Установление соответствия между истинным состоянием ТАД и протеканием функций  $P(x,t)$  будем называть распознаванием (идентификацией) кривых, рисунок 7. В связи с этим решим две задачи: являются ли те наблюдаемые во время эксплуатации изменения кривой  $P(x,t)$  следствием случайных изменений в системе топливоподачи или они вызваны более серьезными причинами. Если отличия в проте-

кании кривых являются значительными, то с каким из возможных состояний ТАД они связаны. Предположим, что ведется непрерывное наблюдение за параметром  $P(x,t)$  и анализируются данные за два периода  $k$  и  $l$  сопоставляя совокупность  $\{P(x,t_k)\}$  значений за другой отрезок времени (выборка  $\{P(x,t_e)\}$ ). Поведение кривой на двух участках описывается конечным числом признаков – ординатами кривой, их выбирают в виде последовательных, равноотстоящих по времени значений. Одним из способов оценки различия двух выборок является метод средних, определяется среднее значение и значение среднеквадратичного отклонения каждой выборки:

$$\bar{P}(x,t_k) = \sum_{i=1}^{n_k} P(x,t_{k(i)}) / n_k, \quad \bar{P}(x,t_e) = \sum_{i=1}^{n_e} P(x,t_{e(i)}) / n_e$$

$$S_k^2 = \frac{1}{n_k - 1} \sum_{i=1}^{n_k} (P(x,t_{k(i)}) - \bar{P}(x,t_k))^2;$$

$$S_e^2 = \frac{1}{n_e - 1} \sum_{j=1}^{n_e} (P(x,t_{e(j)}) - \bar{P}(x,t_e))^2.$$

Далее оценивается достоверность различия с помощью критерия Стьюдента:

$$|t| = \frac{|\bar{P}(x,t_k) - \bar{P}(x,t_e)|}{\sqrt{\frac{(n_k - 1)S_k^2 + (n_e - 1)S_e^2}{n_k + n_e - 2} \left( \frac{1}{n_k} + \frac{1}{n_e} \right)}}; \quad (12)$$

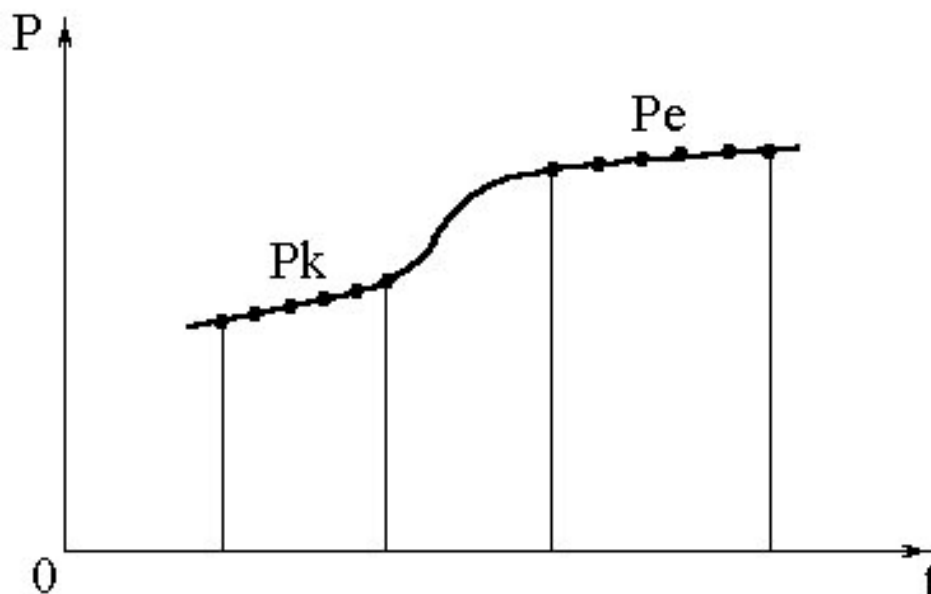


Рис. 7. Обнаружение систематических отклонений по выборочным данным

Различие признается существенным (не случайным), если  $|t| > t_e(n, P_d)$  где  $t_e(n, P_d)$  – коэффициент Стьюдента для числа степеней свободы  $n=n_k+n_e-2$  и доверительной вероятности значения коэффициента Стьюдента. Для оценки различия выборок можно так же использовать критерий Фишера, но его применение эффективно только в случае, когда отличие выборок оказывается вне стабильности диагностического параметра при почти неизменном среднем значении.

$$F = \frac{S_k^2}{S_l^2}. \quad (13)$$

Моделируя конечное множество неисправностей ТАД, получим передаточные функции неисправностей как элементы таблицы-матрицы возможных состояний ТАД. Схема функциональной диагностики: запись сигнала на определенном режиме работы двигателя; идентификация сигнала по зависимостям, указанным в п. 2.2. Выбор соответствующей передаточной функции неисправностей и определение технического состояния ТАД.

### 3. Оценка достоверности выборных диагностических параметров

Низкая достоверность диагностирования, характеризующая степень объективности оценки реального состояния ТАД выбранным методом (по анализу функций  $P(x,t)$ ) может привести к существенным ошибкам первого рода (браковка годной системы) и ошибок второго рода (пропуску дефектной системы).

Ошибки первого рода приводят к неоправданным разборно-сборным работам, простоя автомобиля и снижению коэффициента его использования. Ущерб от пропуска неисправностей (ошибка второго рода) связан уже с простым автомобилем на линии или, что особенно опасно, с возможными дорожно-транспортными происшествиями. Кроме того, ошибки второго рода, допущенные в оценке технического состояния, приводят к ощутимым потерям из-за увеличенного расхода топливно-смазочных материалов. Достоверность диагностирования:

$$D=1+(P_1+P_2), \quad (14)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  - вероятность ошибки первого и второго рода.

Оценка достоверности диагностической информации при заданном рассеивании значений параметра, точности системы измерений в известном поле допуска на параметр является основной характеристикой качества метода диагностирования. В общем случае при отклонении значения параметра от номинального  $\Pi_n$  в ту или иную сторону можно записать:

$$\Pi_1^1 < \Pi_1^d < \Pi_n < \Pi_\alpha < \Pi_d,$$

где  $\Pi_d, \Pi_1^d$  - допустимые значения параметра;

$\Pi_n, \Pi_1^1$  - предельные значения параметра.

Пусть  $x$  - текущее значение какого-либо параметра ТАД, справедливо следующее:

- составная часть узла работоспособна, если  $\Pi_1^d < x < \Pi_d$ ;

- требует замены, если  $\Pi_n < x < \Pi_1^d$  или  $\Pi_1^d < x < \Pi_n$ ;

- неработоспособна, если  $\Pi_1^1 > x$  или  $x > \Pi_d$ .

В соответствии с этим при известной плотности  $f(x)$  распределение значений параметра могут возникнуть следующие ситуации:

ТАД работоспособна -  $P(H_1) = \int_{nB}^{GL} f(x) dx$ .

ТАД неработоспособна в связи с тем, что ее элемент  $P_{H1}=0$ . События  $R_1, R_4, R_5$  и  $R_8$  соответствуют правильным решениям, а вероятность появления событий  $R_2, R_3, R_6, R_z$  мера

недостоверности принятого решения. Так как плотность распределения погрешности  $f(\Delta)$  не зависит от  $f(x)$ , то можно установить законы распределения погрешности, соответствующие рассмотренным случаям: параметр признан ниже уровней  $b^1$  и  $a^1$ :

$$\Psi_1(x) = f(x) \int_{\infty}^{b-x} f(\Delta) d\Delta; \quad (15)$$

$$\Psi_2(x) = f(x) \int_{\infty}^{a^1-x} f(\Delta) d\Delta; \quad (16)$$

параметр признан в пределах уровней  $b-b^1$  или  $a-a^1$ :

$$\Psi_3(x) = f(x) \int_{a-x}^{b-x} f(\Delta) d\Delta; \quad (17)$$

$$\Psi_4(x) = f(x) \int_{a^1-x}^{a-x} f(\Delta) d\Delta; \quad (18)$$

параметр признан выше уровней  $a$  и  $b$ :

$$\Psi_5(x) = f(x) \int_{a-x}^{\infty} f(\Delta) d\Delta; \quad (19)$$

$$\Psi_6(x) = f(x) \int_{b-x}^{\infty} f(\Delta) d\Delta; \quad (20)$$

Причем справедливо:

$$\sum_{i=1}^6 \int_{-\infty}^{\infty} \Psi_i(x) dx = 1; \quad (21)$$

Ошибки первого рода соответствуют событиям  $R_2$  и  $R_6$ , а ошибка второго рода -  $R_3$  и  $R_z$ .

Требует восстановления -

$$P(H_1) = \int_{Nn1}^{nd1} f(x) dx + \int_{nR}^{Nn} f(x) dx;$$

ТАД неработоспособна -

$$P(H_1) = \int_{\infty}^{Nd1} f(x) dx + \int_{Nn}^{\infty} f(x) dx.$$

При изменении возникают погрешности  $\Delta$ , из-за которых вместо величины  $x$  получаем значения  $z=x\pm\Delta$ , а фактические границы  $\Pi_n, \Pi_1^1, \Pi_d$  и  $\Pi_1^d$  примут вид:

$$A=\Pi_d-\Delta; \quad a^1=\Pi_1^d+\Delta; \quad =\Pi_n-\Delta; \quad b^1=\Pi_1^1+\Delta;$$

Это приводит к тому, что при реальных изменениях будет наблюдаться одно из восьми несовместимых событий (табл. 2). Тогда:

$$P_1 = \int_{Nn1}^{Nn} \Psi_1(x) dx + \int_{Nn1}^{Nn} \Psi_5(x) dx + \int_{Nn}^{Nn} \Psi_6(x) dx; \quad (22)$$

$$P_2 = \int_{\infty}^{Nn} \Psi_2(x) dx + \int_{\infty}^{Nn} \Psi_4(x) dx + \int_{nF-x}^{\infty} \Psi_4(x) dx + \int_{nF-x}^{\infty} \Psi_3(x) dx. \quad (23)$$

Таблица 2 – Возможные состояния ТАД

Событие	Истинные значения	Измеренные значения
R <sub>1</sub>	$\Pi_d < x < \Pi_d^1$	$a^1 < z < a$
R <sub>2</sub>	$\Pi_d^1 < x < \Pi_d$	$z < \Pi_d^1; z > \Pi_d$
R <sub>3</sub>	$x < \Pi_d^1; x > \Pi_d$	$a^1 < z < a$
R <sub>4</sub>	$x < \Pi_d^1; x > \Pi_d$	$z < \Pi_d^1; z > \Pi_d$
R <sub>5</sub>	$\Pi_n^1 < x < \Pi_n$	$b^1 < z < b$
R <sub>6</sub>	$\Pi_n^1 < x < \Pi_n$	$z < \Pi_n^1; z < \Pi_n$
R <sub>7</sub>	$x < \Pi_n^1; x > \Pi_n$	$b^1 < z < b$
R <sub>8</sub>	$x < \Pi_n^1; x > \Pi_n$	$z < \Pi_n^1; z > \Pi_n$

Примем погрешность измерения  $\Delta \ll \Pi_d^1 - \Pi_n^1$  и  $\Delta \ll \Pi_n - \Pi_d$ , а распределение  $f(\Delta)$  подчиняется нормальному закону со средним квадратическим отклонением  $\sigma$ , тогда, подставляя в первую формулу  $\psi(x)$  найдем выражение

для условной вероятности (ошибки первого рода)  $P_1$  – получить результат за пределами  $\Pi_n - \Pi_n^1$  (или  $\Pi_d - \Pi_d^1$ ), когда в действительности величина находится в пределах  $b - b^1 (a - a^1)$ :  $P_1 = I_1 + I_2$ , где интеграл

$$I_1 = \frac{\sigma_1}{\sqrt{2}} [f_1(\Pi_n^1) + f(\Pi_n)] \left\{ \left[ e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Delta}{\sigma_1} \right)^2} - e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Pi_n - \Pi_n^1 - \Delta}{\sigma_1} \right)^2} \right] + \frac{\sqrt{2\pi}(\Pi_n - \Pi_n^1 - 2\Delta)}{2\sigma_1} \left[ \frac{1}{2} + \Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_n^1 - 2\Delta}{\sigma_1} \right) + \Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_n^1 - \Delta}{\sigma_1} \right) + 2\Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_n^1 - 2\Delta}{2\sigma_1} \right) \right] \right\}; \quad (24)$$

Выражение для интеграла  $I_2$  будет аналогичным, только вместо границ  $\Pi_n$  и  $\Pi_n^1$  надо поставить границы  $\Pi_d$  и  $\Pi_d^1$ . Величина  $\Phi(z)$ -функция Лапласа.

Если изменение параметра происходит только «в одну сторону» (что наиболее характерно для ТАД, например износ), то формула (22) упрощается и окончательно с учетом  $I_2$  имеем:

$$P = \frac{G_1}{\sqrt{2\pi}} [f(\Pi_n) + f(\Pi_{\%})] \left\{ \left[ e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Delta}{\sigma_1} \right)^2} - e^{-\frac{1}{2} (\Pi_n - \Pi_{\%} - \Delta)^2} + \frac{\sqrt{2\pi}(\Pi_n - \Pi_{\%} - 2\Delta)}{2\sigma_1} \left[ \frac{1}{2} + \Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_d - \Delta}{\sigma_1} \right) + 2\Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_d - 2\Delta}{2\sigma_1} \right) \right] \right] \right\} \quad (25)$$

Аналогично, подставляя в формулу (23) значения найдем выражение для ошибки второго рода  $P_2$  – условную вероятность получить результат измерения в пределах  $v - v^1$  или

$a - a^1$ , когда он в действительности находится за границами  $\Pi_n - \Pi_n^1$  (или  $\Pi_d - \Pi_d^1$ ):

$$P_2 = f(\Pi_d) \left\{ \frac{\sigma_1}{\sqrt{2\pi}} \left[ e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Delta}{\sigma_1} \right)^2} - e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Pi_d + \Delta}{\sigma_1} \right)^2} \right] + (\Pi_{\%} + \Delta) \left[ \frac{1}{2} - \Phi \left( \frac{\Pi_{\%} - \Delta}{\sigma_1} \right) \right] - \frac{\sigma_1}{\sqrt{2\pi}} \left[ e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Pi_n - \Pi_d - \Delta}{\sigma_1} \right)^2} - e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Pi_n - \Delta}{\sigma_1} \right)^2} \right] + (\Pi_n + \Delta) \left[ \Phi \left( \frac{\Pi_n - \Delta}{\sigma_1} \right) - \Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_{\%} - \Delta}{\sigma_1} \right) - \Pi_{\%} \left[ \frac{1}{2} - \Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_{\%} - \Delta}{\sigma_1} \right) \right] \right] \right\} + f(\Pi_n) \left\{ \frac{\sigma_1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Delta}{\sigma_1} \right)^2} - \Delta \left[ \frac{1}{2} - \Phi \left( \frac{\Delta}{\sigma_1} \right) \right] - \frac{\sigma_1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\Pi_n - \Pi_d - \Delta}{\sigma_1} \right)^2} + (\Pi_n - \Pi_{\%} - \Delta) \left[ \frac{1}{2} - \Phi \left( \frac{\Pi_n - \Pi_{\%} - \Delta}{\sigma} \right) \right] \right\} \quad (26)$$

Выражения (25) и (26) справедливы для любого закона распределения погрешностей измерений. Исследование этих выражений позволяет установить следующее: Изменение предельных и допускаемых значений параметров значительно сильнее влияет на величину  $P_2$ , чем  $P_1$ ; причем с уменьшением  $\Pi_n - \Pi_n^1$  и  $\Pi_d - \Pi_d^1$  величина  $P_1$  увеличивается, и  $P_2$  снижается.

Изменение значения погрешности  $\Delta$  изменения более сказывается на  $P_1$ , чем на  $P_2$ .

Если  $\frac{\Pi_n}{\sigma_1}$  или  $\frac{\Pi_n}{\sigma_1} \gg 1$ , то  $P_1/P_2 \geq 2 \div 10$ . Если

$f(x)$  отрезках  $\Pi_n - \Pi_d$  или  $\Pi_d^1 - \Pi_n^1$  изменяется мало, то приближенно можно считать, что:

$$D = 1 - \frac{2\sigma_1}{\sqrt{2\pi}} (f(\Pi_n) + f(\Pi_d)) \quad (27)$$

#### Библиографический список

1. Васильченко И. Д. Теоретический анализ влияния остаточного давления в нагнетательном трубопроводе на процесс впрыска. // Научные труды Харьковского университета. - Харьков: 1982. - № 36. - С. 9-13.

2. Голубков Л. Н., Перепелин А. Н. Метод гидродинамического расчета топливной аппаратуры дизеля с учетом двухфазного состояния топлива. Рабочие процессы в ДВС и их агрегатах. // Сб. научных трудов МАДИ. - М. 1987 - С. 80-87.

3. Годунов Л. Н. Гидродинамические процессы в топливных системах дизелей при двухфазовом состоянии топлива. - М.: Двигателестроение, 1987. - № 1 - С. 32-35.

4. ГОСТ 23435-79. Техническая диагностика. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Номенклатура диагностических параметров.

5. Пат. 2107946 G 07 C 5/08. Устройство для определения эксплуатационных параметров транспортных средств / Абанин С. Н., Кая А. Л., Шапран В. Н.- №9210822/09; Заявлено 08.12.92; Опубл. 27.03.98; Бюл. №9.

## PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF THE AUTOMATIC SYSTEM OF THE DIAGNOSTICS FUEL GIVING EQUIPMENTS

D. I. Lepyoshkin, A. L. Ivanov

On the grounds of called on complex of the basic researches reveal; open physical approach to decision of the problem diagnostics fuel equipment of the diesel, are chose and motivated diagnostic parameters, is offered mathematical model of the fuel equipment for use chosen diagnostic parameter, is executed estimation to validity and univocacy electoral diagnostic parameter. Illustr. 7. Libr. 5.

**Keywords:** diagnosis, diesel fuel injection equipment, diagnostic parameters.

#### Bibliographic list

1. Vasil I. Theoretical analysis of the effect of residual pressure in the discharge line to the injection process. // Proceedings of the Kharkov University. - Kharkov: 1982. - № 36. - S. 9-13.

2. Doves L. N., Quail, A. N. The method of hydrodynamic calculation of diesel fuel injection equipment with the two-phase fuel. Work processes in internal combustion engines and their aggregates. // Proc. scientific papers MADL. - M 1987 - S. 80-87.

3. Godunov L. N. Hydrodynamic processes in the fuel systems of diesel fuel in the two-phase state. - Moscow: Engine-1987. - № 1 - S. 32-35.

4. GOST 23435-79. Technical diagnostics. Reciprocating internal combustion engines. The range of diagnostic parameters.

5. Pat.2107946 G 07 C 5/08. A device for determining the operating parameters of vehicles / Abanin SN, Kay, AL, Shapran VN - № 9210822/09; Stated 8/12/92; Publ. 27.03.98, Bull. Number 9.

*Лепёшкин Дмитрий Игоревич - преподаватель кафедры «Вождения боевых гусеничных и колесных машин» Военной академии материально - технического обеспечения (филиал г. Омск), аспирант Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - методика диагностики топливной аппаратуры высокого давления дизеля, опубликованных статей не имеет.*

*Иванов Александр Леонидович - канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой "Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование" Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - исследование рабочих процессов поршневого двигателя. Имеет 24 опубликованные работы. Адрес электронной почты: alsib07@yandex.ru*



УДК 629.114: 621.56:621.59

## РАБОТА АВТОМОБИЛЬНОГО БОРТОВОГО МАЛОРАСХОДНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ

Е. А. Лысенко, А. П. Болштынский, Д. А. Кузеева, Е. А. Павлюченко

**Аннотация.** В статье рассмотрен метод работы автомобильного холодильного агрегата с газовым подвесом поршня малой производительности в условиях ограниченной мощности привода. Показано, что целесообразно повышение производительности агрегата при организации накопления мощности в дополнительном маховике при прерывистой работе компрессора.

**Ключевые слова:** холодильная техника, автомобиль, малая производительность, газовый подвес поршня.

### Введение

Одним из перспективных вариантов повышения ресурса работы холодильной системы автотранспорта специального назначения является использование в его составе поршневого малорасходного компрессора с газостатическим центрированием поршня (ПКГЦП) [1, 2]. Однако, как показали теоретические и экспериментальные исследования [3], экономичность такой конструкции существенно зависит от производительности, и при расходах около  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$  и ниже потери работы от утечек и на центрирование поршня могут достигать 30% от работы цикла. В то же время, увеличение производительности приводит к заметному росту экономичности ПКГЦП, и при расходах порядка  $0,2 \text{ м}^3/\text{мин}$  и выше применение газовой смазки поршня становится обоснованной.

При использовании пароконденсационных холодильных машин в автономно и длительно работающих системах, к ним предъявляются требования по жесткому ограничению подводимой мощности. В этом случае ПКГЦП может по данному параметру не только уступить основному конкуренту – компрессору с кольцами из самосмазывающихся материалов, но и вообще оказаться негодным в соответствии с предъявляемыми техническими требованиями.

Повысить экономичность ПКГЦП (и весьма существенно) можно за счет увеличения диаметра цилиндра и производительности компрессора, применяя при этом различные методы регулирования последней. Однако при использовании любого метода регулирования производительности в качестве основного режима работы компрессора заведомо ухудшается его КПД. Таким образом, может оказаться,

что, увеличив диаметр цилиндра, например, отжав пружины всасывающих клапанов, можно получить требуемую производительность при таком же низком КПД, какой имел компрессор при малом диаметре цилиндра.

Выходом из данной ситуации может послужить комбинированный метод регулирования производительности, при котором используется режим периодического пуска компрессора с одновременным изменением в небольших пределах частоты вращения приводного вала вблизи точки оптимума. При этом можно использовать время остановки для накопления запаса механической энергии в маломощном приводе за счет применения инерционного аккумулятора.

Схема одноступенчатого ПК (система газостатического подвеса поршня условно не показана) для осуществления предложенного способа приведена на рисунке 1., хотя в качестве примера может быть использован любой компрессор объемного действия с периодическим циклом изменения объема рабочей камеры, в том числе и ПКГЦП.

Компрессор работает следующим образом (рис. 1.). При запуске избыточное давление газа в ресивере 8 отсутствует и мощности электродвигателя 14 хватает на полную раскрутку своего ротора, вала 13 и массивной части 12 муфты 11 в присоединенном к облегченной части 15 состоянии, поскольку реле 9 разомкнуто и коммутатор 10 поддерживает муфту 11 в замкнутом состоянии. При этом происходит постоянное вращение вала 16, в результате чего поршень 18 совершает возвратно-поступательное движение, изменяя объем полости 3, что приводит к попеременному всасыванию газа через клапан 5 и его нагнетанию через клапан 7 и полость 6 в ресивер 8.

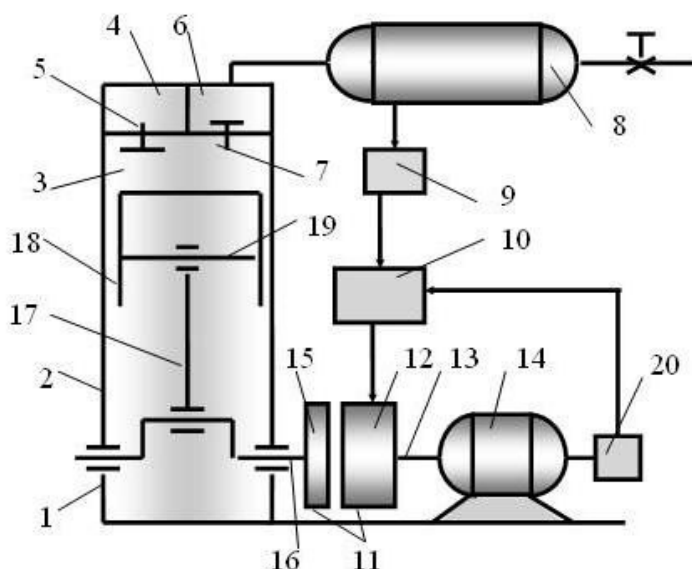


Рис. 1. Схема компрессора с комбинированной системой регулирования производительности:  
 1. Картер. 2. Цилиндр. 3. Рабочая полость. 5. Всасывающий клапан. 6. Полость всасывания.  
 7. Нагнетательный клапан. 8. Резервуар. 9. Реле давления. 10. Коммутатор.  
 11. Электромагнитная муфта сцепления. 12. Массивная приводная часть муфты.  
 13. Приводной вал. 14. Электродвигатель. 15. Пассивная облегченная часть муфты.  
 16. Коленчатый вал. 17. Шатун. 18. Поршень. 19. Палец. 20. Датчик частоты вращения

При приближении давления нагнетания в ресивере 8 к некоторой заранее установленной величине обороты двигателя 14 начинают падать в связи с его ограниченной мощностью, возросшим сопротивлением со стороны газовых сил, возникающих в процессе сжатия в полости 3, и потерей запаса энергии вращающихся масс. При достижении в ресивере 8 этого наперед заданного давления контакты реле 9 замыкаются, что приводит к размыканию силовых контактов коммутатора 10 и размыканию частей 12 и 15 муфты 11, в результате чего движение поршня 8 останавливается. При этом потребляемая компрессором мощность резко падает и двигатель 14, будучи постоянно подключенным к электрической сети, начинает раскручивать свой ротор, вал 13 и часть 12 муфты 11 до тех пор, пока его обороты не станут равны оборотам холостого хода. В этот момент или чуть позже давление в ресивере 8 падает до номинального давления в связи с постоянным истечением газа, контакты реле 9 размыкаются, а контакты коммутатора 10 замыкаются, подключая муфту 11 к источнику электроэнергии, в результате чего части 12 и 15 приходят в сцепленное состояние, передают вращение на вал 16, и поршень 18 начинает совершать возвратно-поступательное движение. Это движение происходит с постепенным замедлением в связи с ограниченной мощностью электродвигате-

ля 14 и постоянным расходом запаса энергии вращающихся масс.

Запаса энергии вращающихся масс и энергии, подводимой от электрической сети через двигатель 14, хватает на совершение работы сжатия массы газа, необходимой для устойчивой работы холодильной системы. При падении давления газа в ресивере 8 контакты реле 9 размыкаются и цикл работы повторяется.

Если система начинает расходовать больше газа, чем это предусмотрено (например, в связи с потерей герметичности), обороты двигателя 14 падают до критических раньше, чем давление в ресивере 8 поднимается до нормы. В этом случае срабатывает датчик частоты вращения 20, передавая сигнал на размыкание коммутатору 10, который отключает часть 12 муфты 11 независимо от давления в ресивере 8, что предотвращает перегрузку двигателя 14 и потребление им из сети повышенного расхода энергии.

При размыкании муфты 11 двигатель 14 снова раскручивает вращающиеся массы при остановленном поршне 18, и цикл работы повторяется.

Очевидно, что при осуществлении вышеприведенного рабочего процесса должно выполняться равенство затрачиваемой и подведенной энергии:

$$dE_{\text{ПРИВ}} = L_{\text{ИЗ}} / \eta_{\text{ПОЛН}}, \quad (1)$$

где  $dE_{\text{ПРИВ}}$  - полное изменение энергии вращающихся масс,  $L_{\text{ИЗ}}$  - полная изотермическая индикаторная работа компрессора за время вращения двигателя.

Если предположить, что частота вращения приводного двигателя меняется по закону, близкому к линейному, то для вычисления величины  $L_{\text{ИЗ}}$  в первом приближении можно воспользоваться следующим выражением:

$$L_{\text{ИЗ}} = l_{\text{УД}} \cdot V_h \cdot \rho \cdot \frac{\omega_{\text{МАХ}} + \omega_{\text{МИН}}}{2} \cdot \tau, \quad (2)$$

где  $\omega_{\text{МАХ}}$  и  $\omega_{\text{МИН}}$  - максимальная и минимальная частота вращения приводного вала под максимальной нагрузкой и на холостом ходу,  $l_{\text{УД}}$  - удельная (на 1 кг газа) изотермическая работа теоретического компрессора, затраченная на получение сжатого газа за один рабочий цикл;  $V_h$  - рабочий объем камеры сжатия компрессора;  $\rho$  - плотность всасываемого газа;  $\tau$  - отрезок времени, в течение которого двигатель вращается в присоединенном к механизму привода состоянии (муфта сцепления замкнута).

С другой стороны,

$$dE_{\text{ПРИВ}} = dE_{\text{МАХ}} + dE_{\text{ЭДВ}}, \quad (3)$$

где  $dE_{\text{МАХ}}$  - изменение энергии вращающихся масс,  $dE_{\text{ЭДВ}}$  - изменение энергии привода за счет энергии, подводимой от электродвигателя за время  $\tau$ .

$$dE_{\text{МАХ}} = \pi \cdot r^2 \cdot 2m \cdot (\omega_{\text{МАХ}}^2 - \omega_{\text{МИН}}^2), \quad (4)$$

$$dE_{\text{ЭДВ}} = N_{\text{ЭДВ}} \cdot \tau, \quad (5)$$

где  $m$  - приведенная к радиусу  $r$  суммарная масса вращающихся частей.

Общую массовую секундную производительность компрессора определим как

$$M = V_h \cdot \rho \cdot \frac{\omega_{\text{МАХ}} + \omega_{\text{МИН}}}{2} \cdot \frac{\tau}{\tau_p + \tau}, \quad (6)$$

где  $\tau_p$  - время разгона вращающихся масс при отключенном механизме привода, для определения которого запишем очевидное равенство:

$$\tau_p = dE_{\text{МАХ}} / N_{\text{ЭДВ}}. \quad (7)$$

Теперь можем получить уравнение равенства энергий:

$$4m(\pi r)^2 (\omega_{\text{МАХ}} - \omega_{\text{МИН}}) + \frac{2N_{\text{ЭДВ}} \tau}{\omega_{\text{МАХ}} + \omega_{\text{МИН}}} = \frac{l_{\text{УД}} \cdot V_h \tau \rho}{\eta_{\text{ПОЛН}}}; \quad (8)$$

$$M = \frac{V_h \rho \tau N_{\text{ЭДВ}}}{4(\pi r)^2 \cdot m (\omega_{\text{МАХ}} - \omega_{\text{МИН}}) + 2\tau N_{\text{ЭДВ}}}. \quad (9)$$

Уравнения (8) и (9) можно решить одним из оптимизационных методов с наложением ограничений или методом простого перебора, задавая желаемые конструктивные и режимные параметры, и таким образом определить в первом приближении характеристики привода для осуществления способа комбинированного регулирования производительности при ограниченной мощности  $N_{\text{ЭДВ}}$ .

#### Заключение

Предложенная методика позволяет рассчитать параметры привода автомобильного малорасходного холодильного компрессора с газовым подвесом поршня при ограниченной мощности привода.

#### Библиографический список

1. Абакумов Л. Г., Деньгин В. Г., Кулиш Л. И. Исследование конструктивных схем газостатического поршневого подвеса компрессора// Химич. И нефтяное машиностр.- 1993. - № 5. - С. 12-14.
2. Абакумов Л. Г., Деньгин В. Г., Кулиш Л. И. Влияние параметров газостатического поршневого уплотнения на работоспособность компрессора/ НПО «Криогенмаш». - Балашиха, Моск. обл., 1991. - 16 с. - Деп. в ЦИНТИхимнефтемаш 02.08.91, № 2205-ХН91.
3. Болштынский А. П., Белый В. Д., Дорошевич С. Э. Компрессоры с газостатическим центрированием поршня. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2002. - 406 с.

#### WORK OF THE AUTOMOBILE ONBOARD SMALL REFRIGERATING UNIT IN CONDITIONS OF THE LIMITED CAPACITY

E. A. Lysenko, A. P. Bolshtyansky,  
D. A. Kuzeeva, E. A. Pavluchenko

In clause the method of work of the automobile refrigerating unit with gas bearing the piston of small productivity in conditions of the limited capacity of a drive is considered. It is shown, that increase of productivity of the unit is expedient at the organization of accumulation of capacity in an additional flywheel at faltering work of the compressor.

**Keywords:** Refrigerating technics, the car, small productivity, gas bearing piston.

#### Bibliographic list

1. Abakumov L. G., Den'gin V. G., Kulish L. I. The study design schemes gas-static piston compressor suspension// Himich. i neftyanoe mashinostr.- 1993. - № 5. - P. 12-14.
2. Abakumov L. G., Den'gin V. G., Kulish L. I. Influence of parameters of gas-static seal on the piston compressor efficiency/ NPO «Kriogenmash». - Balashiha, Moscow region, 1991. - 16 p. - Dept. in CINTIhimneftemash 02.08.91, № 2205-НН91.
3. Bolshtyansky A. P., Belyi V. D., Doroshevich S. E. Compressors gasostatic centering piston. Omsk: Publishing office OmGTU, 2002. - 406 p.

Лысенко Евгений Алексеевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Гидромеханика и транспортные машины», ОмГТУ. Основные направления научной деятельности: «Поршневые компрессорные машины», Общее количество опубликованных работ: 39. E-mail: lysenkojo@mail.ru .

Болштянский Александр Павлович - доктор технических наук, профессор кафедры «Гидромеханика и транспортные машины», ОмГТУ. Основные направления научной деятельности: «Поршневые компрессорные машины», Общее количество опубликованных работ: 300. E-mail: alexander\_p\_b@mail.ru

Кузеева Диана Анатольевна - ассистент кафедры «Гидромеханика и транспортные машины», ОмГТУ. Основные направления научной деятельности: «Поршневые компрессорные машины», Общее количество опубликованных работ: 2. E-mail: kda55@list.ru

Павлюченко Евгений Александрович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Гидромеханика и транспортные машины», ОмГТУ. Основные направления научной деятельности: «Ротационные гидронеуматические агрегаты», Общее количество опубликованных работ: 1. E-mail: hystonru@mail.ru

УДК 622.04.5

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОХОДИМОСТИ КОЛЕСА И ПЕРЕХОД К ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ

А. М. Муратов, А. К. Кайнарбеков

**Аннотация.** Исследование относится к проблемам повышения проходимости колесного движителя. В результате выясняется, что потеря энергии на преодоление препятствия превышает 50 % от первоначальной энергии. Поэтому, езда, на колесе с круглым ободом в условиях бездорожья, энергетически не целесообразна. Для езды в условиях бездорожья колесо имеет несколько модификации в виде шагающего колеса. Рассмотрены геометрические параметры шагающего колеса и доказано что, они имеют устойчивое положение.

**Ключевые слова:** Шагающее колесо, движитель, проходимость, бездорожье.

#### Введение

Исследование относится к проблемам повышения проходимости колесного движителя. Колесо существует более 5000 лет. За это время оно вошло в различные стороны нашей жизни. Это действительно одно из важнейших достижений человеческого ума. Во втором тысячелетии до нашей эры в Юго-Западной Азии люди изобрели колесо со спицами, которое использовали в телегах и других транспортных средствах.

#### Основная часть

В наши дни колесо транспортных средств представляет себя как пневмоколесо. Конструкция пневмоколеса отработана хорошо для езды по асфальтированной дороге. При ухудшении поверхности дороги или при езде по дорогам низкой категории пневмоколесо неузнаваемо изменяется, теряет комфортность езды, потребляет много энергии. А в условиях бездорожья, особенно при езде по снежному покрову, по песку, по размокшей дороге оно становится беспомощным созданием.

Например: На рисунке 1 колесо, катящееся со скоростью  $V_0=14$  (м/с),  $G=3000$  (Н),  $R=0,35$  (м),  $h=0,16$  (м),  $\alpha=32^\circ$ , по инерции уда-

ряется о препятствие в точке «А» и теряет часть кинетической энергии. После удара движение колеса может продолжаться в двух направлениях:  $V_\Gamma$  - скорость в горизонтальном направлении,  $V_B$  - скорость в вертикальном направлении.

После удара скорость  $V_\Gamma=0$ , следовательно, работа силы инерции  $A_\Gamma=P_\Gamma R$  будет затрачиваться полностью на деформацию грунта препятствия, а оставшаяся часть кинетической энергии колеса будет поднимать его в вертикальном направлении, совершая работу[1]:

$$A_\Gamma = (P_\Gamma - G)h_B, \quad (1)$$

где  $h_B$  - величина вертикального перемещения колеса (м).

Значение кинетической энергии колеса после удара будет равно:

$$T = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_k^2}{2} = P_{ин} k = M_{ин}, \quad (2)$$

где  $k$  - плечо силы инерции колеса,  $V_k=0$  - конечная скорость колеса.

$$k = R \sin(90^\circ - \alpha) = R \cos \alpha = 0,35 \cdot 0,85 = 0,3 \text{ (м)}$$

Из уравнения 2 имеем:

$$\frac{mV_0^2}{2} = P_{и} k. \quad (3)$$

Следовательно:

$$P_{и} = \frac{mV_0^2}{2k} = \frac{300 \cdot 196}{2 \cdot 0,3} = 98000 \text{ (Н)}.$$

Вертикальная проекция этой силы:  
 $P_B = P_{и} \sin \alpha = 98000 \cdot 0,53 = 51940 \text{ (Н)}.$

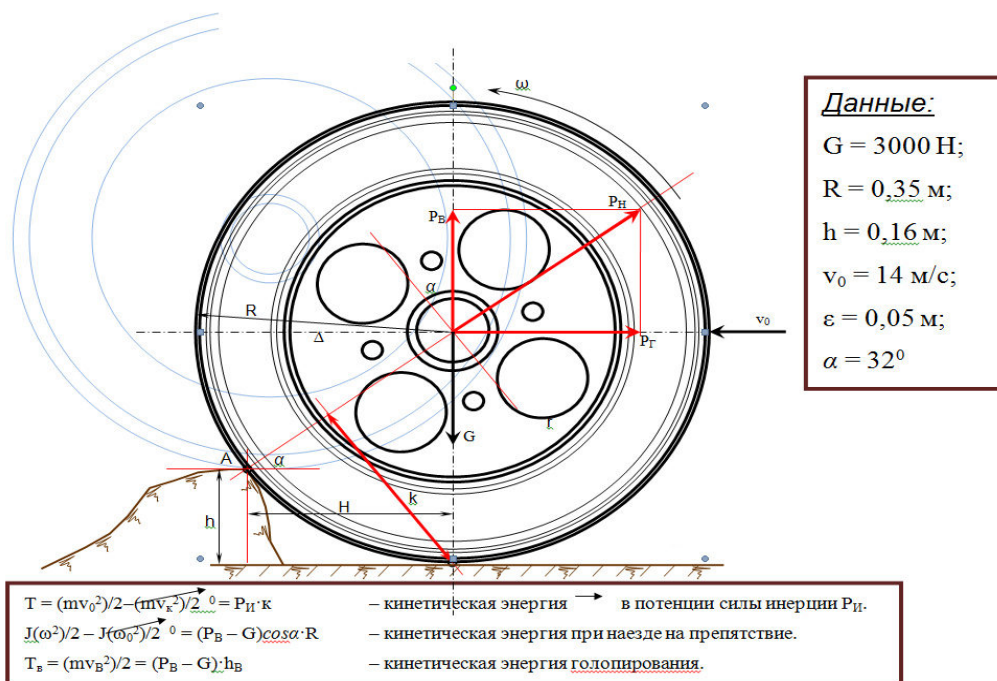


Рис. 1. Обычное пневмоколесо

Кинетическая энергия колеса при галопирований (при подъеме вверх) определяется из вращательного его движения относительно точки «А»:

$$\frac{J\omega^2}{2} - \frac{J\omega_0^2}{2} = (P_B - G) \cos \alpha R, \text{ где}$$

$$J = mR^2 = 300 \cdot (0,35)^2 = 36,75 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Отсюда:

$$\omega^2 = \frac{2(P_B - G) \cos \alpha R}{J} = \frac{2 \cdot 48940 \cdot 0,85 \cdot 0,35}{36,75} = 792 \text{ (1/с)}$$

или  $\omega = 31,2 \text{ (1/с)}$

$$V_k = \omega R = 31,2 \cdot 0,35 = 10,9 \text{ (м/с)}$$

$$V_B = V_k \cos \alpha = 10,9 \cdot 0,85 = 9,27 \text{ (м/с)}$$

Определим кинетическую энергию при галопировании:

$$T_B = \frac{mV_B^2}{2} = (P_B - G) h_B, \quad (4)$$

где:

$$V_B = V_k \cos \alpha = 10,9 \cdot 0,85 = 9,27 \text{ (м/с)}.$$

Определим высоту  $h_B$  прыжка колеса:

$$h_B = \frac{mV_B^2}{2(P_B - G)} = \frac{300 \cdot (9,27)^2}{2 \cdot 48940} = 0,26 \text{ (м)}.$$

Поскольку высота прыжка колеса ( $h_y > h$ ) больше высоты препятствия  $h$ , то оставшаяся часть кинетической энергии позволяет преодолеть препятствие.

Кинетическая энергия, создаваемая силой инерции  $P_{и}$  при ударе:

$$a) T_{и} = \frac{mV_0^2}{2} = \frac{300 \cdot (14)^2}{2} = 29400 \text{ (Нм)}$$

Оставшаяся часть этой энергии после удара:

$$b) T_B = \frac{mV_B^2}{2} = \frac{300 \cdot (9,27)^2}{2} = 12889,9 \text{ (Нм)}$$

Потерянная кинетическая энергия при ударе на деформации грунта:

с)  $T_{\Pi} = T_{и} - T_{в} = 29400 - 12889,9 = 16510 \text{ (Нм)}$

В результате выясняется, что потеря энергии на преодоление препятствия превышает 50 % от первоначальной энергии. Поэтому, езда, на колесе с круглым ободом в условиях бездорожья, энергетически не целесообразна.

Для езды в условиях бездорожья колесо имеет несколько модификации в виде шагающего колеса. Рассмотрим геометрических параметров шагающего колеса, имеющего такой же радиус R, как рассмотренное колесо с круглым ободом [2].

Поскольку причиной большой потери энергии при езде является наличие круглого обода колеса, то уберем часть обода, а ступицы колеса снабдим спицами, допустим шестью спицами (рис.2.).

Такое шагающее колесо не сталкивается с неровностями дороги, т.к. вращаясь относительно точки 1, спица повернется на  $60^\circ$ , а наступающая следующая спица 6 на любое препятствие наступает сверху. Все неровности дороги в высоту равной радиусу спицы не является помехой для передвижения. Но такое колесо имеет два существенных недостатка,

которые не позволяют использовать его в качестве движителя транспортных средств [3]:

- первый недостаток это – большое значение амплитуды вертикального колебания ступицы  $\Delta$ ;

- второй недостаток – это недостаточная величина силы трения в опорах точек «1» и «2» для вращения колеса в прицепном режиме.

$$V_k = \omega R = 31,2 \cdot 0,35 = 10,9 \text{ (м/с);}$$

$$V_B = V_k \cos \alpha = 10,9 \cdot 0,85 = 9,27 \text{ (м/с).}$$

Максимальное значение отклонения центра «О» ступицы при вращении колеса:  $\Delta = R - H$ ,

$$H = R \sin \varphi_0 = R \sin 60^\circ = 0,86 R ,$$

где R - длина спицы, H - постоянный про-свет колеса.

Следовательно:

$$\Delta = R - H = R - 0,86 R = 0,14 R . \quad (5)$$

При R=500 мм значение  $\Delta=70$  мм. Из такой высоты спица свободно падает с ускорением. Это создает большое неудобство для нормальной работы транспортного средства.

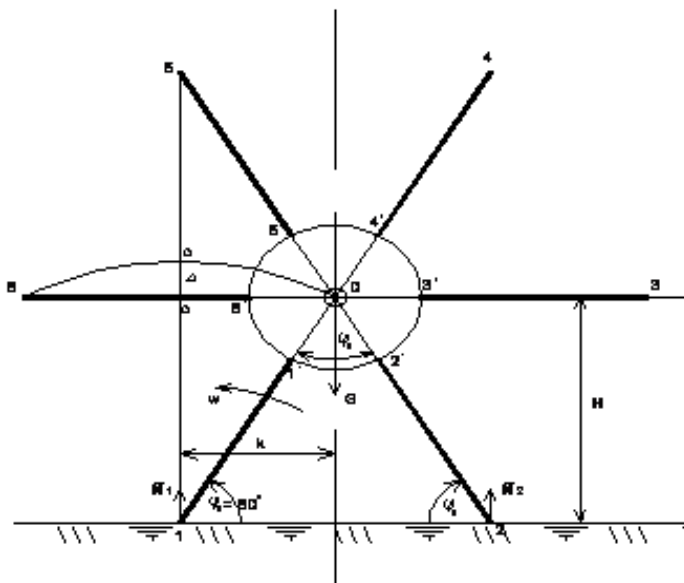


Рис. 2. Колесо с шестью спицами

Второй недостаток – это возможное скольжение конца спицы по опорной поверхности при перемещении центра ступицы.

Опорные реакции:

$$N_2 - N_1 = \frac{G}{2} ,$$

а  $M_{дв} = PH$  - движущий момент,  $M_{сп} = GR/2$  - момент сопротивления.

Из условия  $M_{дв} = M_{сп}$  имеем:

$$\frac{P}{G} = \frac{R}{2H} = \frac{R}{2 \cdot 0,86R} = \frac{1}{1,72} . \quad (6)$$

$M_{дв} = M_{тр}$  поэтому  $PH = F_{тр}H = N_1 fH$  или  $P = N_1 f$ , где  $N_1 = G/2$

отсюда находим что:  $P = Gf/2$  или  $P/G = f/2$ , подставляя значения  $P/G$  из уравнения 6 получим:

$$\frac{1}{1,72} = \frac{f}{2} \text{ или } f = 1,16 .$$

Коэффициент трения скольжения между концом спицы и опорной поверхностью не всегда может иметь такое значение. Поэтому не всегда обеспечивается достаточное сцепление спицы о поверхность опоры. По указанным причинам шагающее колесо нужно видоизменить (рис. 2.). В частности, центр ступицы точку «О» нужно приблизить к опорной точке 1.

Способ видоизменения шагающего колеса показан на рисунке 3. Первоначальную спицу «О1» расчленим на две части – на голенную часть «11» и на бедренную часть «О1» и будем считать, что они соединены шарнирно в точке «1». Повернув бедренную часть «О1» в положение «О2», не отрывая голень от опоры получим форму спицы «О2а».

При этом первоначальный расчетный радиус  $R$  уменьшается до величины  $R_1$ , который может быть определен из соотношения:

$$R \sin \varphi_0 = R_1 \sin 75^\circ, \quad 0,86R = 0,97R_1, \quad R_1 = \frac{0,86}{0,97}R = 0,89R$$

Из уравнения 5 первоначальное вертикальное отклонение центра ступицы  $\Delta$  определяется так:

$$\Delta_1 = R_1 - H = 0,89 R_1 - 0,86 R_1 = 0,03 R_1.$$

При  $R=500$  мм и  $\Delta_1=15$  мм (по сравнению с  $\Delta$  почти в пять раз меньше). Кроме того, момент сопротивления  $M_c=Gk_1$ , где  $k_1 < k$  (меньше в два раза). Поэтому,  $M_{тр}=M_c$  также уменьшается, тогда как  $M_{тр}=F_{тр}H$  остается без изменения. Поэтому гарантировано сцепление нижней конечности спицы «а» о поверхность опоры.

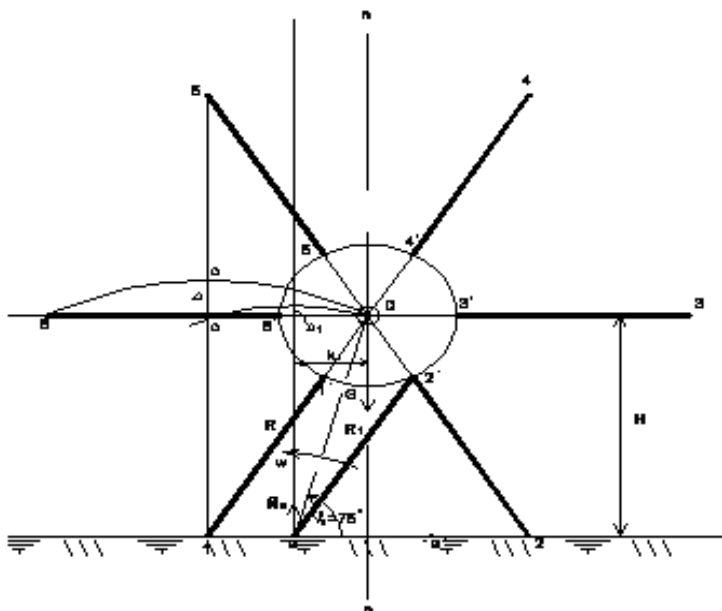


Рис. 3. Видоизмененное шагающее колесо

### Выводы

Таким образом, указанные выше оба недостатка шагающего колеса одновременно могут быть устранены [4].

Все шагающие колеса имеют устойчивое положение, т.к. в равновесном положении они становятся на двух опорах точках «1» и «2». В преобразованном колесе (рис. 3.) этими опорами являются точки «а» и «а». Для получения положения второй спицы поступаем следующим образом из центра ступицы «О» с радиусом  $R_1$  относительно первой опорной точки «а» проводим дугу  $r_1$  до пересечения с линией поверхно-

сти опоры и получим точку «С<sub>1</sub>». От полученной точки «С<sub>1</sub>» отложим величину вертикального отклонения ступицы  $\Delta_1$  по линии поверхности опоры и получим вторую точку «С<sub>1</sub>» проводим дугу  $r_3$  до пересечения с дугой  $r_1$  и получим точку «а<sub>1</sub>». Расстояние «а<sup>1</sup>-а<sub>1</sub>», является длиной ступни спицы. Таким образом, «ОЗ<sup>1</sup>а<sub>1</sub>а<sup>1</sup>» является формой второй спицы. Кривизна полученной ступни определяется дугой  $r_2=H$ . Остается величину ступни перенести на первую спицу «О2<sup>1</sup>а». На двух указанных спицах колесо становится в устойчивое положение [5]:

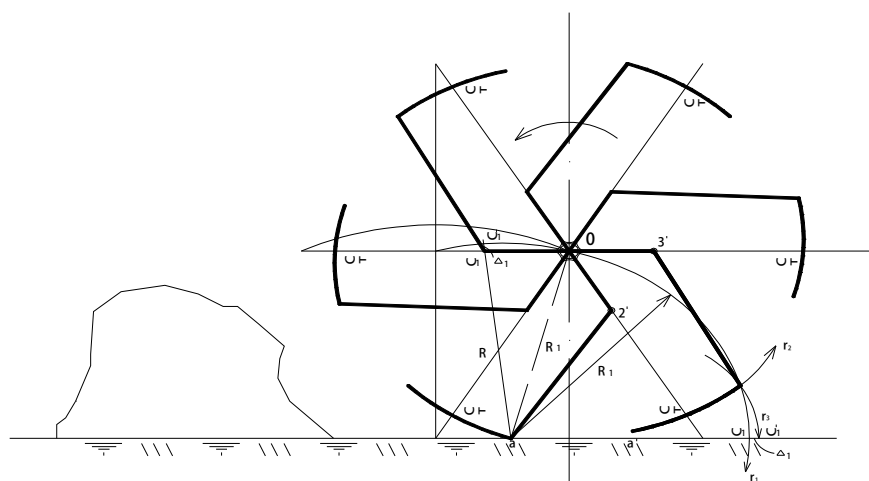


Рис. 4.

Если считать, что величина вертикального отклонения  $\Delta_1$  допустимо для езды, то все условные шарниры  $1^1, 2^1, 3^1, 4^1, 5^1, 6^1$  можно выполнить неподвижными и получить самую простую цельную конструкцию шагающего колеса. А если нужно сглаживать ход колеса, то в указанных шарнирах можно уставить резиновые амортизаторы

#### Библиографический список

1. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин. - Москва, 1990. 467 с.
2. Муратов А. М. Диссертация на соискание ученой степени д.т.н. «Синтез многофункциональных механизмов высоких классов». - Алма-ата, 1986, 230 с.
3. Муратов А. М., Кайнарбеков А. К. и др. Шагающие движители: учеб. пособие. Алматы: «Бастау», 2000.
4. Муратов А. М., Кайнарбеков А. К. Синтез схемы исполнительного механизма 4-го класса. // Промышленный транспорт Казахстана. - Алматы: КУПС – 2007 - № 5.
5. Муратов А. М., Кайнарбеков А. К., Сазанбаева Р. И., Аканова Ж. Ж. Синтез схемы шагающего колеса. - Алматы, 2007.

#### ENERGY ANALYSIS OF TYRE AND THE TRANSITION TO ITS MODERNIZATION

A. M. Muratov, A. K. Kaynarbekov

The wheel exists more than 5000 years. In this time it was included into the various parties of our life. It is really one of the major achievements of human mind. In the second millenium to our era in Southwest Asia people have invented a wheel with spokes which used in carts and other vehicles.

Research concerns problems of increase of passable wheel motive. It is as a result found out that energy loss on overcoming an obstacle exceeds 50 % from initial energy. Therefore, driving, on a wheel с a round rim in cross-country conditions, energetically is not expedient.

For driving in cross-country conditions the wheel has some updating in the form of a walking wheel. It is considered geometrical parametres of a walking wheel and it is proved that, they have steady position.

**Keywords:** Transport, walking wheel, motive, passable, impassability of roads.

#### Bibliographic list

1. Smirnov G. A. The theory of movement of wheel cars. - Moscow, 1990. C.467.
2. Muratov A. M. Dissertation on scientific degree competition d.t.s. «Synthesis of multipurpose mechanisms of high classes». - Alma-ata, 1986, p. 230.
3. Muratov A. M., Kainarbekov A. K., etc. Walking motive. The manual. - Almaty: «Bastau», 2000.
4. Muratov A. M., Kainarbekov A. K. Synthes of the scheme of the executive mechanism of 4th class. // Industrial transport of Kazakhstan. - Almaty: KUPS, № 5, 2007.
5. Muratov A. M., Kainarbekov A. K., Sazanbaeva R. I., Akanova, Zh. Zh. Synthes of the scheme of a walking wheel. - Almaty, 2007.

*Муратов Абиля Муратович – д-р.техн. наук, профессор; зав. кафедрой, Казахский университет путей сообщения, шагающие движители транспортных средств, более 200 статьи, kups1@mail.ru*

*Кайнарбеков Асемхан Кайнарбекович – д-р. техн. наук, профессор; проректор по УР, Казахский университет путей сообщения, движители транспортных средств, более 150 статьи, kainarbekov@mail.ru, kups1@mail.ru.*



УДК 621.113

## УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

И. А. Мурог, Е. С. Терещенко, Д. Ю. Фадеев, Д. В. Шабалин

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования и обоснованы технические решения по устранению недостатков рулевого управления автомобилей многоцелевого назначения, а также представлена зависимость требуемого угла наклона силовой статической характеристики рулевого управления от момента сопротивления повороту управляемых колес.

**Ключевые слова:** рулевое управление, автомобиль многоцелевого назначения, рулевой усилитель, угол поворота.

### Введение

Годовое производство полноприводных автомобилей с 90-х годов сократилось в 2,73 раза. Данный факт в сочетании с стабилизацией численности грузового автомобильного парка предопределяет соответствующее снижение темпа его обновления. В результате этого в парке полноприводной автомобильной техники преобладают автомобили со сроками службы более 10 лет, что обуславливает существенный физический износ парка. Вместе с тем, доля автомобилей новых марок (со сроками службы до 5 лет) недопустимо мала (16 % от общей численности парка полноприводной автомобильной техники. Это характеризует значительный моральный износ парка полноприводной техники. Таким образом, можно сделать вывод, что парк полноприводной автомобильной техники имеет значительный физический и моральный износ и нуждается в среднесрочной перспективе в значительном обновлении. При этом следует ожидать, что качественные потребности народного хозяйства в автомобилях многоцелевого назначения и унифицированных с ними по базе тактических автомобилях на перспективу расширятся, а их значение в обеспечении развития экономики страны будет возрастать.

### Основная часть

В связи с этим необходимо проведение единой обоснованной технической политики в области развития и использования парка автомобильной техники. При этом экономически целесообразным является обновление парка автомобильной техники путем модернизации машин и разработки модельного ряда на основе базовой модели. В специфических условиях проведения таких работ эффективным является применение математических моделей процессов и методов численного эксперимента. Однако в настоящее время методология модернизации парка автомобильной техники в окончательном виде на проработана [1].

На основе проведенных ранее исследований установлено, что для устранения недостатков, присущих транспортным средствам с передними и задними управляемыми колесами необходимо, чтобы угловая скорость поворота задних колес была меньше угловой скорости поворота автомобиля, и боковая реакция на задней оси не меняла свой знак. Установлено, что для обеспечения необходимого соотношения угловой скорости поворота задних управляемых колес и угловой скорости автомобиля угол поворота задних колес должен изменяться по следующему закону [2, 3]:

$$y = a \cdot x^b \cdot e^{cx}, \quad (1)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – постоянные коэффициенты, при этом  $c < 0$ ,  $b > 0$ .

В проведенных научно-исследовательских работах получены уравнения для расчета значений постоянных коэффициентов  $a$ ,  $b$  и  $c$  в зависимости от максимального угла поворота передних колес и угла запаздывания, выбираемого для конкретного автомобиля многоцелевого назначения.

$$a = \Theta_{1\max}^{1-b} \cdot e^{-c \cdot \Theta_{1\max}}, b = \left( \frac{2}{3} \cdot \frac{q}{p} \right)^2, c = -\frac{b - \sqrt{b}}{\Theta_{\alpha}}, \quad (2)$$

где

$$q = \frac{\Theta_{1\max}^2}{3 \cdot (\Theta_{\alpha} - \Theta_{1\max})} \cdot \left( \frac{\Theta_{1\max}}{9 \cdot (\Theta_{\alpha} - \Theta_{1\max})^2} + 1 \right), \quad (2)$$

$$p = \frac{1}{3} \cdot \Theta_{1\max} \cdot \left( 1 - \frac{\Theta_{1\max}^2}{3 \cdot (\Theta_{\alpha} - \Theta_{1\max})} \right). \quad (3)$$

Численные значения коэффициентов для угла запаздывания  $\Theta_{\alpha} = 0.07$  рад и максимального угла поворота управляемых колес  $\Theta_{1\max} = 0.3$  рад равны:  $a = 383.6$ ;  $b = 2.55$ ;  $c = -13.5$ .

Для оценки эффективности рулевого управления с усилителем гидравлического типа с переменным реактивным действием и

оценки качества силового слежения в работе предложен коэффициент информативности:

$$K_i = \frac{j_y}{\left( \frac{P_r - P_{fr}}{k_p \cdot P_{rmax}} \right)}, \quad (4)$$

где  $k_p$  – дифференциальный порог ощущения усилия;  $P_r$  – усилие на руле, Н;  $P_{fr}$  – силы трения в приводе распределителя, Н;  $P_{rmax}$  – максимальное усилие на рулевом колесе при установившемся движении с боковым ускорением  $j_y$ .

Необходимое качество управления может быть достигнуто, если величина коэффициента информативности меньше дифференциального порога ощущения водителем боковых ускорений.

Также в научно-исследовательской работе проведена сравнительная оценка рулевого управления с устройствами, обеспечивающими переменное реактивное действие путем регулирования расхода насоса, давления на входе в распределитель и площади реактивных устройств.

Установлено, что изменение реактивного действия регулированием расхода жидкости насосом приводит к значительному увеличению усилия на рулевом колесе при больших скоростях его поворота. Зависимость усилия на рулевом колесе от расхода жидкости насосом явно нелинейна и определяется не только расходом, но и конструкцией распределителя и трубопроводов. Это затрудняет выработку алгоритма управления усилием на рулевом колесе в зависимости от момента сопротивления повороту колес регулированием расхода жидкости насосом. Кроме того, увеличение

усилия на рулевом колесе при больших скоростях его поворота недопустимо, что предъявляет повышенные требования к быстродействию системы регулирования.

Управление реактивным действием путем регулирования площади реактивных устройств теоретически наиболее предпочтительно по сравнению с остальными способами регулирования. Однако конструкционная реализация этой идеи очень сложна. Использование существующих конструктивно-технологических решений ведет к значительному увеличению размеров распределителя и усложнению его конструкции [4].

В научно-исследовательской работе к рассмотрению принят гидравлический усилитель рулевого управления с регулированием давления рабочей жидкости, так как управление реактивным действием путем регулирования давления позволяет обеспечить плавное изменение усилия на рулевом колесе. Кроме того, регулирование давления более предпочтительно, поскольку его изменение практически прямо пропорционально показателю эффективности усилителя.

Также в работе установлена зависимость изменения коэффициента информативности рулевого управления от бокового ускорения и коэффициента сцепления с опорной поверхностью (рис. 1.). Установлено, что величина коэффициента информативности выше дифференциального порога ощущения ускорений при уменьшении коэффициента сцепления, боковых ускорений до  $0.8 \text{ м/с}^2$  и больше  $2.2 \text{ м/с}^2$ .

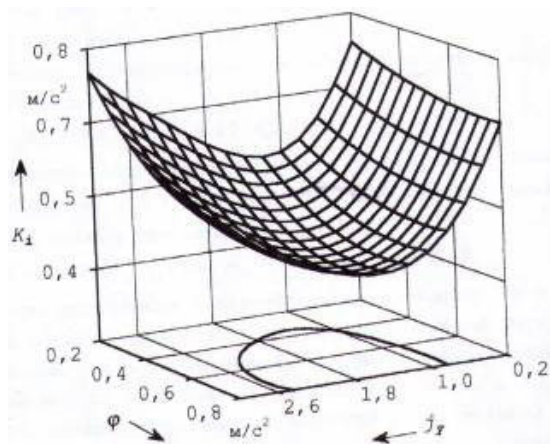


Рис. 1. Зависимость коэффициента информативности от коэффициента сцепления и бокового ускорения

Улучшение «чувства дороги» с ростом бокового ускорения может быть достигнуто путем увеличения усилия на рулевом колесе.

Однако увеличение усилия на рулевом колесе на дорогах с высоким коэффициентом сцепления нежелательно, так как это может привести к затруднению управления автомобилем многоцелевого назначения из-за повышенного усилия на рулевом колесе. Поэтому, в первую очередь, необходимо повышение информативности рулевого управления в зоне небольших ускорений и малого коэффициента сцепления. Это может быть обеспечено путем увеличения показателя реактивного действия в зоне малых значений момента сопротивления повороту управляемых колес и снижением потерь на трение в рулевом управлении.

В результате проведенных работ установлен закон управления системой регулирования усилия на рулевом колесе путем управления давлением рабочей жидкости в зависимости от требуемого угла наклона силовой характеристики  $k_g$ :

$$P_{\max} = \frac{M_c \cdot \left(1 - \frac{k_m}{k_g}\right)}{F_{c1} \cdot r_c \cdot u_{rp} \cdot \eta_{rp}} \quad (5)$$

По результатам моделирования установлена зависимость требуемого угла наклона силовой статической характеристики рулевого управления от момента сопротивления повороту управляемых колес:

$$k_g = a \cdot \left(1 - e^{-\frac{M_c}{b}}\right), \quad (6)$$

где  $a$  и  $b$  – постоянные коэффициенты.

Для использования полученной зависимости при разработке новых автомобилей многоцелевого назначения и модернизации существующих проведена оценка влияния конструктивных факторов на параметры предложенной зависимости (6). Выбор факторов проведен на основе оценки их значимости по результатам моделирования. К исследованию приняты: передаточное число рулевого механизма; площадь поршня силового цилиндра, коэффициент сопротивления уводу транспортного средства и полная масса автомобиля.

На основе регрессионного анализа получены зависимости для расчета рациональных значений коэффициентов  $a$  и  $b$  уравнения (6). При этом критерием рациональности служила максимальная площадь на зависимости  $j_y - \varphi$  (рис. 2.) ограниченная кривой  $K_f=0.4$ .

Математические модели для расчета коэффициентов  $a$  и  $b$  представлены в виде полиномов первого порядка:

$$k_g = a \cdot \left(1 - e^{-\frac{M_c}{b}}\right), \quad (6)$$

где

$$a = 0,24 \cdot K + 0,67 \cdot m_a - 0,29 \cdot i_{rm} - 0,11 \cdot F_c + 4,87, \quad (7)$$

$$b = 1017 - 0,81 \cdot K - 2,86 \cdot m_a - 1,69 \cdot i_{rm} - 0,94 \cdot F_c, \quad (8)$$

Погрешность полученных зависимостей не превышает 7 % при уровне доверительной вероятности 90 %. Установлены рациональные значения коэффициентов  $a$  и  $b$  для трехосных полноприводных автомобилей многоцелевого назначения полной массой 7-15 тонн, которые составили:  $a = 18-30$  и  $b = 670-915$ .

Изменение коэффициента информативности предлагаемого рулевого управления для автомобиля Урал-4320 ( $a=26$ ,  $b=750$ ) в зависимости от коэффициента сцепления и бокового ускорения представлено на рисунке 2.

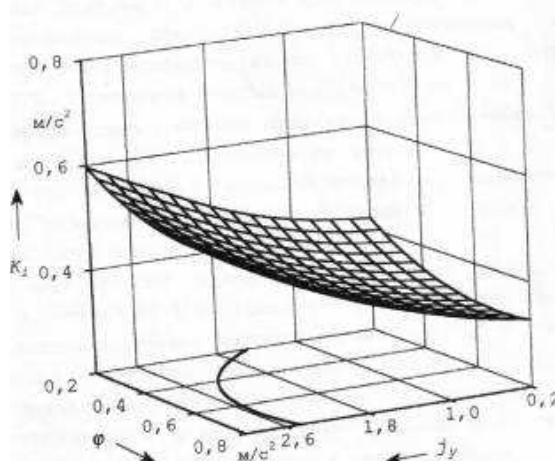


Рис. 2. Зависимость коэффициента информативности предлагаемого рулевого управления для автомобиля Урал-4320 от коэффициента сцепления и бокового ускорения

### Выводы

Анализ полученной зависимости позволяет сделать вывод о том, что рулевое управление с регулированием реактивного действия обеспечивает улучшение информативности рулевого управления по усилию на рулевом колесе при малых величинах бокового ускорения и низком коэффициенте сцепления шины с опорной поверхностью. Диапазон значений коэффициента сцепления, обеспечивающий информативность рулевого управления автомобилями многоцелевого назначения по усилию на рулевом колесе, увеличился в среднем на 32 %, а диапазон боковых ускорений в среднем на 48 % [4].

### Библиографический список

1. Мурог, И. А. Необходимость и возможность модернизации существующего парка автомобилей многоцелевого назначения [Текст] / И. А. Мурог // Вестник Академии военных наук. – 2010. – № 3 (32). – С. 76-79.

2. Мурог, И. А. Алгоритм управления распределением мощности между ведущими колесами автомобилей многоцелевого назначения [Текст] / И. А. Мурог, А. В. Келлер, А. Н. Торопов, А. А. Удод // Материалы 65-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров". Книга 1. – М.: МГТУ «МАМИ», 2009. – С. 18-20.

3. Мурог, И. А. Повышение эффективности колесных машин на основе принципа комбинированного управления распределением мощности [Текст] / И. А. Мурог, Келлер А. В., Кокшин А. Ю., Торопов А. Н. // Проектирование колесных машин: Материалы Всероссийской научно-технической конференции посвященной 70-летию факультета «Специальное машиностроение» МГТУ им. Н. Э. Баумана – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.Баумана, 2010. С. – 87-91.

4. Мурог, И. А. Теория автомобильной техники как абстрактная сложная система / И. А. Мурог, Васильченко В. Ф. // Материалы XXIX научно-методической конференции военного автомобильного института – Рязань, ВАИ, 1999 – С. 125-128.

### ELIMINATION OF MALFUNCTIONS OF A STEERING

I. A. Myryg, E. S. Tereshchenko,  
D. YU. Fadeev, D. V. Shabalin

The article presents the results of research and reasonable technical solutions for the elimination of deficiencies steering multi-purpose vehicles of, as well as the dependences of the required angle of the power of the static characteristics of the steering control from the moment of resistance of the turn of the steered wheels.

**Key words:** power steering, car multi-purpose, steering booster, the angle of rotation.

### Bibliographic list

1. Murog, I. A. Necessity and possibility of modernization of existing park of cars of a universal purpose [Text] / I.A.Murog // the Bulletin of Academy of military sciences №3 (32) - M: BI, 2010.

2. Murog, I. A. Algorithm of management of capacity distribution between driving wheels of cars of a universal purpose [Text] / I. A. Murog, A. V. Keller, A. N. Toropov,

A. A. Udod // Materials of 65th International scientific and technical conference of Association of automobile engineers (AAE) "Priorities of development domestic preparations of engineering and scientific shots". The book 1. - M: MGTU «MAMI», 2009. - With. 18-20.

3. Murog, I. A. Increase of efficiency of wheel cars on the basis of a principle of the combined management of distribution of power [Text] / I. A.Murog, A. V. Keller, A. J. Kokshin, A. N. Toropov // Designing of wheel cars: Materials Scientific and technical conference devoted to the faculty 70 anniversary «Special mechanical engineering» MGTU of N. E.Baumana - M: Publishing house of MGTU of N. E. Bauman, 2010.

4. Murog, I. A. Theor of the automobile technics as abstract difficult system / I. A. Murog, V. F. Vasilchenkov // Materials of XXIX scientifically-methodical conference of military automobile institute. - Ryazan, MAI, 1999.

*Мурог Игорь Александрович – кандидат технических наук, профессор, заместитель губернатора Челябинской области. Основные направления научной деятельности: методика совершенствования и модернизации конструкции автомобилей многоцелевого назначения. Общее количество работ: 95. pr06@reginf.irc.ac.ru.*

*Терещенко Евгений Сергеевич – кандидат технических наук, преподаватель кафедры двигателей Омского филиала Военной академии материально-технического обеспечения. Основные направления научной деятельности: автоматизация систем управления двигателей транспортных средств многоцелевого назначения. Общее количество работ: 37. tesa1978@mail.ru.*

*Фадеев Дмитрий Юрьевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры двигателей Омского филиала Военной академии материально-технического обеспечения. Основные направления научной деятельности: автоматизация систем управления двигателей транспортных средств многоцелевого назначения. Общее количество работ: 34. dima11780@inbox.ru.*

*Шабалин Денис Викторович – кандидат технических наук, преподаватель кафедры двигателей Омского филиала Военной академии материально-технического обеспечения. Основные направления научной деятельности: автоматизация систем управления двигателей транспортных средств многоцелевого назначения. Общее количество работ: 35. shabalin\_d79@mail.ru.*

УДК 621.436.12

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ И РАВНОМЕРНОСТЬ ПОДАЧИ ТОПЛИВА В ЦИЛИНДРЫ ДИЗЕЛЯ

М. М. Саенко, А. П. Жигадло, А. Л. Иванов

***Аннотация.** На основании проведенного комплекса экспериментальных исследований установлено влияние различных факторов: температуры топлива, давления топливоподкачивающего насоса, давления начала подачи топлива форсункой, эффективного проходного сечения распылителя форсунки и длины топливопровода высокого давления на величину и равномерность подачи топлива в цилиндры дизеля. Ил. 6. Библ. 3.*

***Ключевые слова:** топливная аппаратура дизеля, равномерность топливоподачи.*

### **Введение**

Особое значение для обеспечения стабильной работы дизелей имеет топливная аппаратура (ТА). В отличие от двигателей с внешним смесеобразованием основным недостатком дизелей является сложность конструкции ТА и трудоемкость в определении ее технического состояния. Состояние ТА оказывает решающее влияние на все показатели работы дизелей - их мощность, расход топлива, величину механических и тепловых нагрузок и, как следствие, на надежность и токсичность отработавших газов. По данным различных источников от 25 до 50 % отказов у дизелей происходит вследствие неудовлетворительной работы ТА. Ухудшение показателей топливоподачи, влияющих на работу дизеля, происходит по нескольким причинам: из-за износа и изменения состояния деталей, определяющих настраиваемые показатели (изменение жесткости пружин, регулировочных зазоров и др.), а также ввиду отклонения регулировочных показателей в процессе эксплуатации.

### **1. Анализ зависимости цикловой подачи от температуры топлива**

Топливная аппаратура высокого давления представляет собой сложную систему, параметры конструкции и техническое состояние которой оказывает существенное влияние на протекание рабочего процесса дизеля, следовательно, на все эксплуатационные характеристики двигателя. Стабильность рабочего процесса в значительной степени зависят от ее работы. Отсюда возникает необходимость в своевременном обнаружении и устранении возникающих отклонений в работе ТА с целью восстановления ее регулировочных показателей.

Восстановления регулировочных показателей величины и равномерности значения

цикловой подачи добиваются при регулировании ТА. Для определения равномерной работы и регулировки отдельных элементов ТА подвергается испытаниям.

На характеристику величины и равномерности значения цикловой подачи значительное влияние оказывает техническое состояние приборов ТА, изменение их геометрических параметров в процессе естественного износа нарушения регулировок, способов комплектования. Степень влияния приборов ТА на результирующую характеристику ее работы разная.

Испытания приборов ТА дизелей проводят на специальном оборудовании с использованием стендовой аппаратуры в соответствии с требованиями ИСО, ГОСТ и ТУ.

Одним из параметров испытания ТА влияющих на равномерность подачи является не изотермический процесс изменения температуры топлива. Хорошо известно, что даже при безмоторных испытаниях топливо нагревается. Нагрев топлива приводит к изменению его параметров. При движении топлива к распыливающим отверстиям форсунки топливо нагревается от 20 °С до 100 °С. Повышение температуры топлива способствует повышению сжимаемости и уменьшению вязкости топлива что приводит к снижению давления впрыскивания и влияет на изменение объема цикловой подачи [ 1 ].

Нагрев элементов конструкции и топлива в процессе эксплуатации значительно влияет на расходную характеристику подачи топлива форсункой в цилиндры двигателя. Так в проведенных нами исследованиях ТА установлена зависимость изменения цикловой подачи топлива от температуры для 12 секционного насоса НК-12М дизеля В-462-С1, представленная на рисунке 1.

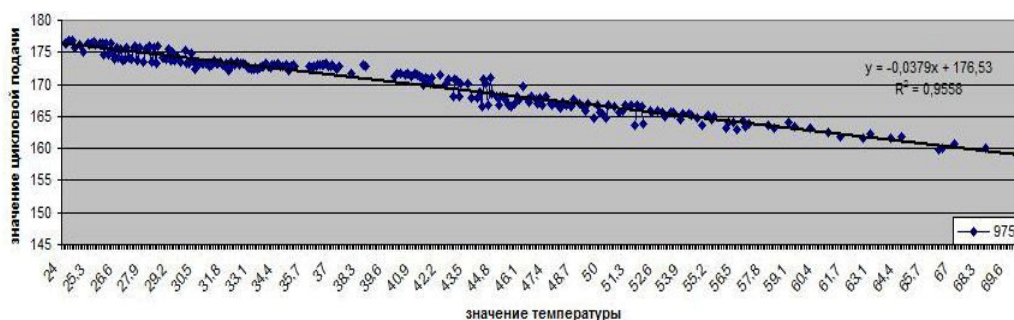


Рис. 1. Зависимость изменения цикловой подачи топлива от температуры

Из рисунка следует, что при повышении температуры топлива цикловая подача топлива уменьшается, при этом видим, что отклонение равномерности подачи топлива при изменении его температуры от 20 °С до 70 °С составило 10 %.

Таким образом можно считать, что изменение температуры на 5 °С приводит к неравномерности цикловой подачи до 1 %, изменение температуры на 10 °С приводит к отклонению цикловой подачи топлива на 2 %, изменение температуры топлива на 25 °С приводит к изменению цикловой подачи до 5 %.

Анализируя график зависимости цикловой подачи топлива от температуры, удалось установить функцию, описывающую эту зависимость. График данной функции (1) является линейной функцией которая представлена в виде уравнения:

$$y = 0,0379 \cdot x + 176,53, \quad (1)$$

где  $y$  - значение цикловой подачи топлива;  
 $x$  - приведенное значение температуры.

Согласно ГОСТ 10578-96г испытания насосов следует проводить на дизельном топливе по ГОСТ 305 или технологической жидкости вязкостью  $2,45+2,75 \text{ мм}^2/\text{с}$  при температуре топлива 40 °С. Вязкость топлива или технологической жидкости при температурных условиях испытаний - по техническим условиям или конструкторской документации на насосы конкретного типа.

В конструкцию стендов для испытания ТА вводят терморегуляторы для обеспечения требуемой температуры топлива для режимов проведения испытания. В связи с этим в целях упрощения методики испытания и конструкции стендов имеет смысл отказаться от терморегулирования, исключив нагревательный элемент, терморегулятор, который и без того усложняет конструкцию стенда.

Решить вышеизложенную проблему можно вводя поправочный коэффициент корректирования  $K_\lambda$  для зависимости цикловой подачи, соответствующей заданной температуре регулирования при испытаниях. Исключение

терморегулятора позволит уменьшить время работы специалиста производить испытания без нагрева топлива, определять значения величины и равномерности цикловой подачи с помощью коэффициента корректирования при любом температурном режиме.

Поэтому приводя полученное значение температуры цикловой подачи топлива к заданному ГОСТом значению при 40 °С получаем коэффициент корректирования  $K_\lambda$  для температурного режима испытания вводя который в уравнение вида (1) получаем значение цикловой подачи топлива при температуре ее измерения. Уравнение будет выглядеть следующим образом:

$$K_\lambda = -0,00219298 \cdot x + 1,08771, \quad (2)$$

где  $x$  - значение температуры;

$K_\lambda$  - коэффициент корректирования.

Подставляя в него значение искомой температуры  $t=24$  получаем значение  $K_\lambda$ .

$$K_\lambda = 1,03507848$$

Полученное значение умножаем на значение цикловой подачи топлива при 40 °С согласно техническим условиям на регулирование ТНВД конкретного типа.

Так, при  $t = 24$  °С значение цикловой подачи топлива в этой точке будет составлять  $177,5 \text{ кгс/см}^2$ .

Изменяя конструкцию стенда и методику испытания ТА вводя коэффициент  $K_\lambda$ , можно избавиться от терморегулирования, которое усложняет конструкцию стенда для испытания ТА, уменьшить время затрачиваемое специалистом для прогрева для проведения регулирования дизельной ТА.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлена функциональная зависимость между цикловой подачей топлива и температурой, рассчитан коэффициент корректирования для любого температурного режима испытания и предложена методика расчета зависимости цикловой подачи топлива от температуры.

**2. Анализ зависимости цикловой подачи топлива от величины давления, создаваемого топливоподкачивающим насосом.** Значение величины цикловой подачи топлива также зависят от величины давления создаваемого на входе в топливный насос высокого давления топливоподкачивающим насосом (ТПН).

Анализируя полученную в ходе эксперимента зависимость цикловой подачи топлива от давления создаваемого ТПН, удалось установить, что расход возрастает по мере возрастания давления, рисунок 2.

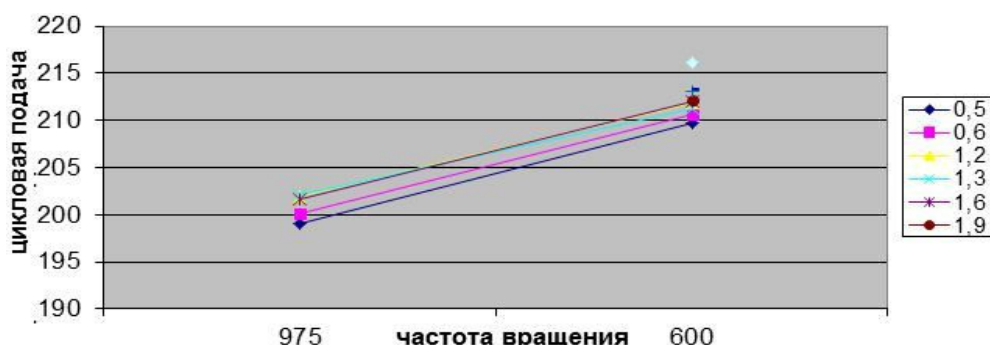


Рис. 2. Зависимость изменения цикловой подачи от частоты и давления подкачки топлива

Анализ позволяет сделать вывод, что с увеличением давления цикловая подача изменяется в сторону увеличения ее значения, чем давление выше, тем значение цикловой подачи больше. На номинальном режиме неравномерность ее составила 1,1 %, и на режиме максимального крутящего момента 2,5-3 %.

Из анализа влияния давления топлива на входе в ТНВД, полученной эмпирической зависимости можно сделать вывод, что давление создаваемое топливоподкачивающим насосом необходимое для преодоления сопротивления фильтров тонкой очистки, очистки топлива от механических примесей и воды, подавления газовой фазы создаваемой во впускной полости ТНВД и вымывания ее из выпускной полости, а также для его охлаждения не значительно влияет на изменение значения цикловой подачи его необходимо принимать постоянным для конкретного типа топливных насосов высокого давления и режима частоты вращения вала ТНВД [1].

Производительность топливоподкачивающего насоса должна превышать расход в 2-7 раз и учитывать расход на охлаждение форсунок [2]. Значение возрастания или убывания давления зависит от частоты вращения кулачкового вала ТНВД для оценки равномерности цикловой подачи ТНВД его можно не учитывать.

Так как переход на частотный режим осуществляется с изменением давления на входе в ТПН без ступенчато.

**3. Анализ зависимости величины цикловой подачи топлива от давления начала топливоподдачи форсункой.**

В ходе исследования топливной аппаратуры дизеля с помощью безмоторного стенда для испытаний ТА, проводились испытания с помощью которых были построены эмпирические зависимости, рисунок 3, влияния давления начала подачи топлива форсункой, на величину и равномерность цикловой подачи.

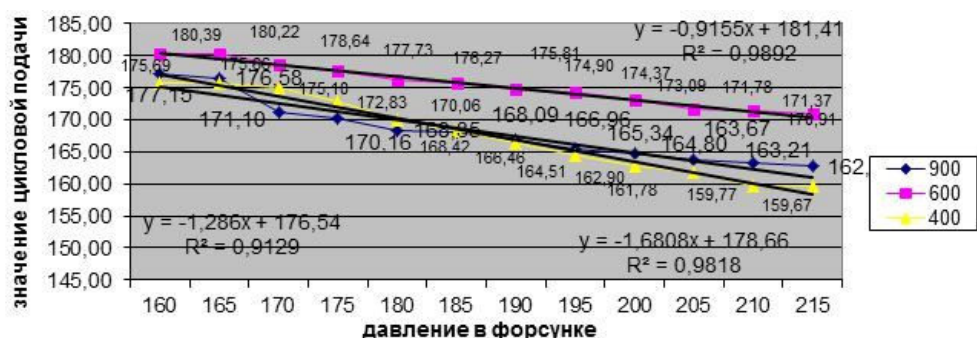


Рис. 3. Зависимость изменения цикловой подачи топлива от давления начала топливоподдачи форсункой

При испытаниях на стенде и выявлении зависимости было установлено, что увеличение давления форсунки на 30 % со 175 кгс/см<sup>2</sup> до 210 кгс/см<sup>2</sup> приводит к изменению значения цикловой подачи в сторону уменьшения ее значения на номинальном режиме на 5 – 6 %, на режиме максимальной мощности на 3 – 4 %, на режиме холостого хода от 7- 10 %. Таким образом уменьшение давления форсунки в связи с потерей упругости пружин, поломкой завсанием иглы распылителя, потери герметичности запирающего конуса, неправильной регулировкой приводит к перерасходу топлива и неравномерности подачи на 5-6 % на номинальном режиме. При испытаниях было выявлено, что наиболее точно график описывает линейная функция, которая убывает по мере увеличения давления форсунки. Также было установлено, что значение равномерности цикловой подачи топлива зависит от режима работы, частоты вращения вала топливного насоса, сил пружины регулятора, а также температуры топлива и эффективного проходного сечения распылителей форсунок. От равномерности настроек всего комплекта форсунок устанавливаемых на двигатель, а также комплектования топливной аппаратуры в комплект на двигатель.

Подбор и настройка комплекта ТА обеспечивают устойчивую работу дизеля на номинальном режиме (при максимальной мощности), на режиме перегрузки, при холостом ходе (без нагрузки) и при запуске в пределах, предусмотренных техническими условиями, что обеспечивает ресурс и надежность работы двигателя в целом.

#### 4. Анализ зависимости значений цикловой подачи топлива от эффективного проходного сечения распылителя форсунки.

В ходе исследования влияния давления форсунки на величину цикловой подачи топлива проводились испытания, с целью выявления зависимости влияния эффективного проходного сечения на пропускной способности распылителя. По результатам испытаний с помощью которых были построены эмпирические зависимости, рисунок 4, влияния давления на величину и равномерность цикловой подачи было установлено, что значение величины цикловой подачи топлива в значительной мере зависят от величины проходного сечения распыляющих отверстий распылителя форсунки.

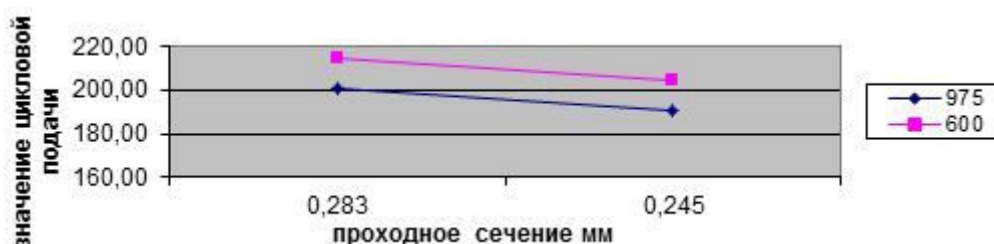


Рис. 4. Зависимость изменения цикловой подачи топлива от проходного сечения распылителя форсунки

При испытании на двух режимах частоты вращения распылителей 0261и 26.01 со значениями эффективного проходного сечения  $0,283 \pm 0,01$  и  $0,245 \pm 0,01$  неравномерность цикловой подачи составила на номинальном режиме для форсунок отрегулированных на давление 190 кгс/см<sup>2</sup> 5,3 %; на режиме максималь-

ной мощности 4,9 %; при этом как следует из рисунка 5, при изменении давления форсунки от 160 кгс/см<sup>2</sup> до 210 кгс/см<sup>2</sup> неравномерность значения цикловой подачи составила на номинальном режиме 3,5-4 % и на режиме максимального крутящего момента 2-3,5 %

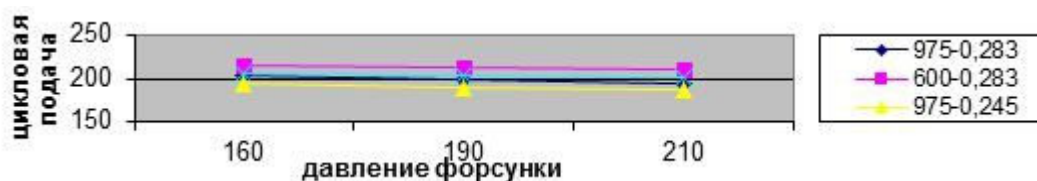


Рис. 5. Зависимость значений цикловой подачи топлива от величины давления форсунки и от пропускного сечения при различных режимах работы



Сравнивалось два распылителя с разными проходными сечениями и расходными характеристиками на двух частотных режимах работы.

Из графиков видно, что чем эффективное проходное сечение меньше, тем расход меньше, отсюда можно сделать вывод, что на характеристику равномерности цикловой подачи топлива особое влияние будет оказывать пропускная способность распылителя форсунки, а также сам процесс подбора в комплект на двигатель распылителей одной пропускной способности.

Суммарное эффективное проходное сечения распылителя ( $\mu f$ ) рассчитывается по зависимости [3]:

$$\mu f = \frac{G}{\sqrt{2\rho_T} \cdot \sqrt{\rho_{пр}} \cdot \tau}, \quad (3)$$

где  $G$  - масса топлива, поданная за время;  
 $\rho_T$  - плотность топлива, г/см<sup>3</sup>;  
 $\rho_{пр}$  - давление проливки.

Или подсчет эффективного проходного сечения (мм<sup>2</sup>) ведут по результатам проливки по формуле:

$$\mu f = \frac{G}{10\tau\sqrt{2g\rho_T\Delta P}}, \quad (4)$$

где:  $G$  - расход топлива через проливаемые сопла, канал, щель за время опыта;  
 $\tau$  - время опыта, с;

$\Delta P$  - перепад давления между средой перед проливаемыми соплами и средой, в которую выходит топливо из сопел, кгс/см;

$g$  - ускорение силы тяжести равно 9,81 м/с<sup>2</sup>.

Из данных формул можно вывести следующее преобразовав массу топлива через объем получим:

$$M = V \cdot \rho_T, \quad (5)$$

где  $V$  - количество жидкости, собранной мерным устройством, мм<sup>3</sup> (г);

Пропускную способность форсунки оценивают по значению цикловой подачи  $q$  в мм<sup>3</sup>/цикл (г/цикл), рассчитываемую по формуле:

$$q = \frac{V}{i}, \quad (6)$$

где  $i$  - число циклов.

Преобразовав формулу эффективного проходного сечения для исправного распылителя получаем формулу вида

$$Q = (\mu f) \frac{\sqrt{2\Delta\rho\phi} \cdot \tau}{\gamma}, \quad (7)$$

где  $Q$  - суммарный расход топлива через распылитель,

$\mu f$  - эффективное проходное сечение распылителя,

$\Delta\rho\phi$  - давление форсунки в за время  $\tau$ .

Подставляя в формулу для определения эффективного проходного сечения значение получаем эмпирическую зависимость из которой видно что с увеличением значения эффективного проходного сечения расход топлива увеличивается.

#### 5. Анализ зависимости величины цикловой подачи топлива от длинны топливопровода высокого давления

При определении степени влияния на процесс топливоподачи изменения длинны и формы топливопроводов высокого давления были проведены испытания с использованием различных топливопроводов одного проходного сечения. Испытания проводились на безмоторном стенде на трех режимах частот вращения вала ТНВД.

В результате было установлено, что длина топливопровода высокого давления как фактор не значительно влияет на изменение значения цикловой подачи, и данное влияние прослеживается только в функции изменения частоты вращения кулачкового вала ТНВД, рисунок 6. Так с увеличением длинны топливопровода при  $n_{к.в.}=600$  мин<sup>-1</sup> объем цикловой подачи топлива несколько увеличивается, а на режимах  $n_{к.в.}=400$  мин<sup>-1</sup> и  $n_{к.в.}=1050$  мин<sup>-1</sup> объем цикловой подачи топлива с увеличением длинны топливопровода с 500 мм до 1000 мм уменьшается, но с увеличением до 1500 мм увеличивается.

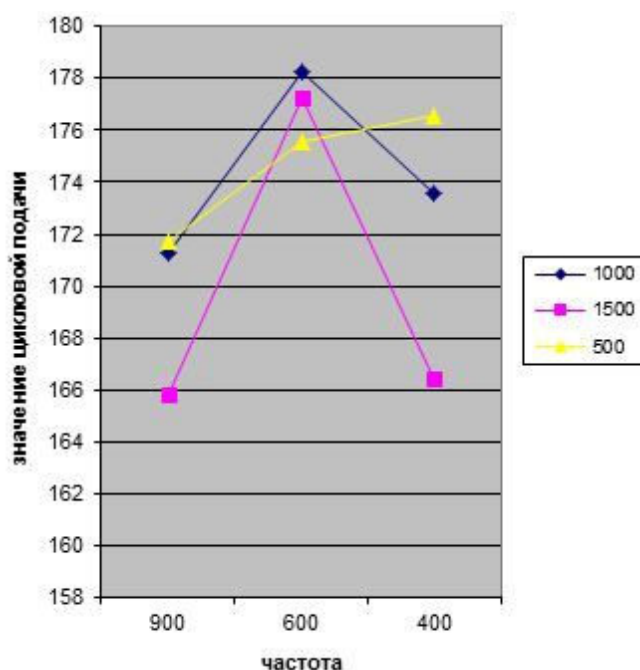


Рис. 6. Зависимость изменения цикловой подачи от длины топливopроводов высокого давления

Следовательно значение цикловой подачи, которое в основном зависит от гидравлического сопротивления топливopровода его пропускной способности, от длины и формы трубопровода изменяется незначительно. Больше значение оказывают режим работы ТАВД, частота вращения вала топливного насоса, это связано с взаимодействием волн распространения колебаний в топливopроводе.

Установлено, что значение цикловой подачи топлива зависит от режима работы, частоты вращения вала топливного насоса, сил пружины регулятора, а также температуры топлива и эффективного проходного сечения распылителей форсунок. От равномерности настроек всего комплекта форсунок устанавливаемых на двигатель, а также комплектования ТА на двигателе.

Подбор, настройка и регулировка комплекта ТА в целом обеспечивают устойчивую работу дизеля на номинальном режиме (при максимальной мощности), на режиме перегрузки, при холостом ходе (без нагрузки) и при запуске в пределах, предусмотренных техническими условиями, что обеспечивает ресурс и надежность работы двигателя в целом.

#### Заключение

На отклонение цикловой подачи в процессе эксплуатации дизеля влияет множество факторов, к основным из которых относятся: жесткость пружины форсунки, длина топливopроводов, температура топлива, величина эффективного проходного сечения топливopроводов и распылителя форсунки, режим

работы двигателя, при этом к факторам подверженным в процессе эксплуатации наибольшим изменениям и оказывающим наибольшее влияние на отклонения равномерности цикловой подачи относятся: давление начала топливopдачи форсункой и величина эффективного проходного сечения распылителя форсунки.

Анализ результатов проведенного теоретического исследования позволяет сделать вывод, что вероятное отклонение  $\Delta q_{max}$  в диапазонах допусков на регулировку составит для ТНВД 3 %, для топливopровода высокого давления 4 %, форсунки 4 % по пропускной способности и 1,7 % по давлению начала топливopдачи. Анализ результатов экспериментального исследования подтверждает теоретические предположения о характере и степени влияния исследуемых факторов на величину цикловой подачи топлива, так при испытании форсунок со значениями эффективного проходного сечения  $0,283 \pm 0,01$  и  $0,245 \pm 0,01$  неравномерность цикловой подачи составила на номинальном режиме для форсунок отрегулированных на давление  $180 \text{ кгс/см}^2$  5,3 %, а на режиме максимальной мощности 4,9 %, кроме того увеличение давления форсунки на 30 % со  $175 \text{ кгс/см}^2$  до  $210 \text{ кгс/см}^2$  приводит к изменению значения цикловой подачи в сторону уменьшения ее значения на номинальном режиме на 5 – 6 %, на режиме максимальной мощности на 3 – 4 %, на режиме холостого хода от 7- 10 %.

Следовательно, применение существующих методик регулировок равномерности межцикло-вой подачи топлива оставляет теоретическую возможность возникновения неравномерности подачи топлива по цилиндрам дизеля до 12,7 %, это не обеспечивает равномерной работы дизеля и крайне негативно скажется на его энергетических, экономических показателях и в первую очередь на надежность работы цилиндропоршневой группы (ЦПГ), что может привести к выходу двигателя из строя, следовательно, существующие методики не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям и имеется необходимость в разработке новых подходов к регулированию ТА.

### Библиографический список

1. Бакир Г. Р. Разработка метода и устройства для разборного раскоксовывания форсунок дизелей : дис. канд. техн. наук. – М., 1997. – С. 47 -52.
2. Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. Легион – М.: Автodata, 2005. С. 30-31.
3. Фомин Ю. Я., Никонов Г. В., Ивановский В. Г. Топливная аппаратура дизелей. – М.: Машиностроение, 1982. – С. 75-76.

### INFLUENCE DIFFERENT FACTOR ON VALUE AND UNIFORMITY OF THE PRESENTING FUEL IN CYLINDERS OF THE DIESEL

M. M. Saenko, A. P. Zhigadlo, A. L. Ivanov

On the grounds of called on complex of the experimental studies is installed influence different factor: the temperature fuel, pressures топливopодкачивающего pump, pressures begin presenting fuel by injector, efficient communicating section of the sprayer of the injector and long fuel of the wire high pressure on value and uniformity of the presenting fuel in cylinders of the diesel. Illustr. 6. Libr. 3.

УДК 629.114 (075.3)

### АКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОПОЕЗДОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ В ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ

А. А. Шинкаренко, В. В. Куюков

**Аннотация.** В статье излагаются результаты моделирования движения звеньев седельного автопоезда, при этом выяснилось, что практически каждая из осей трехосного полуприцепа катится по траекториям, не соответствующим радиусу поворота дороги, и возникающий при этом увод колес ухудшает параметры активной безопасности на скользких дорогах. Таким образом, конструктивное расположение поддерживающих осей полуприцепа играет важнейшую роль в активной безопасности автопоезда. Разработанное устройство для повышения сцепления колес с дорожным покрытием снижает вероятность попадания автопоезда в ДТП.

**Ключевые слова:** автопоезд, сцепные свойства дорожного покрытия, активная безопасность.

**Keywords:** diesel fuel injection equipment, uniform fuel.

### Bibliographic list

1. Bakir G.R. The Development of the method and device for without sectional peelings injector diesels: thesis cand. of the techn. scien. - M., 1997. - Pages. 47 - 52.
2. Grehov L.V., Ivachenko N.A., Markov V.A. Fuel equipment and managerial system of the diesels. The Legion - M.: Avtodata, 2005. Pages. 30-31.
3. Fomin Yu.Ya., Nikonov G.V., Ivanovskiy V.G. The Fuel equipment diesels. - M.: Machine building, 1982. - Pages. 75-76.

*Жигadlo Александр Петрович, д-р. пед. наук, канд. техн. наук, профессор АВН, декан факультета «Автомобильный транспорт», заведующий кафедрой «Инженерной педагогики» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Имеет 17 опубликованных работ. Основное направление научных исследований – улучшение эксплуатационных показателей автомобильного транспорта.*

*Иванов Александр Леонидович, кан. техн. наук, доцент, зав. кафедрой "Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование" Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – исследование рабочих процессов поршневого двигателя. Имеет 24 опубликованные работы. Адрес электронной почты: alsib07@yandex.ru*

*Саенко Михаил Михайлович, генеральный директор ОАО НПО «Трансмашсервис», аспирант Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии, основное направление научных исследований методика испытаний топливной аппаратуры высокого давления дизеля, опубликованных статей не имеет. Адрес электронной почты: 348758@mail.ru*

### **Введение**

К числу важнейших эксплуатационных свойств, определяющих качество автомобильных транспортных средств (АТС), в том числе и шарнирно-сочлененных транспортных средств (автопоездов), относится свойство активной безопасности, основными обобщающими параметрами которой являются курсовая устойчивость, управляемость, критические скорости по заносу и опрокидыванию, [1].

К эксплуатационным факторам, связанным с реализацией активной безопасности, можно отнести техническое состояние АТС, степень приспособленности данного транспортного средства к конкретным дорожным условиям, квалификацию водителя и его ошибки в управляющих действиях и др.

Снижение показателей активной безопасности АТС, особенно при движении на поворотах в плотном транспортном потоке, при сопутствующем влиянии некоторых эксплуатационных факторов, приводит к повышению вероятности попадания АТС в дорожно-транспортные происшествия (ДТП) по причине высоких скоростей, характерных для федеральных трасс.

### **Пути повышения безопасности движения сочлененных транспортных средств**

При анализе дорожных происшествий обнаруживается, что для основной части водителей причиной ДТП явились даже самое незначительное ослабление внимания водителей из-за усталости при управлении автомобилем в сложных дорожных условиях, из-за скользкости дорожного покрытия, ухудшения видимости и др. факторов.

Для снижения аварийности в плотном транспортном потоке в первую очередь необходимо снять физиологическое напряжение водителя, возникающее из-за сложной дорожной обстановки и, кроме того, повысить параметры активной безопасности автомобиля на конкретных состояниях дорожных покрытий. Указанная цель может быть достигнута как путем изменения конструктивных параметров АТС, так и повышением сцепных свойств колес с дорожным покрытием за счет специальных устройств.

Состав транспортного потока неоднороден, следовательно, неодинаковы скорости движения отдельных транспортных единиц, и даже однотипные автомобили по совершенно объективным причинам движутся с разными скоростями, при этом обгон является неизбежным маневром, а аварийные ситуации на высоких скоростях возникают при изменении направления движения или смене полосы движения. Подобные маневры связаны с поворотом управляемых колес АТС и содержат

в себе элементы входа и выхода из поворота и кругового движения.

Движение транспортных средств по этим элементам траектории вызывает появление поперечных сил, особенно значительных при высоких скоростях. Эти силы, приложенные к центрам масс транспортных средств с разными конструктивными параметрами и их техническим состоянием, по-разному воспринимаются ими. Поэтому реализованная траектория движения конкретного транспортного средства в процессе любого поперечного маневра на дороге будет зависеть не только от углового положения управляемых колес, но и от характеристик конструктивных элементов: шин, подвески и рулевого управления - в соответствии с их реальным техническим состоянием.

В практике эксплуатации длинномерных седельных и прицепных автопоездов на федеральных дорогах в зимнее время наблюдаются значительные заторы, образующиеся вследствие поперечного складывания звеньев, при экстренных или даже служебных торможениях на заснеженных дорожных покрытиях и гололеде. Аналогичная картина наблюдается при попытках автопоездов преодолеть затяжные подъемы, особенно, если у двухосного тягача ведущей является только одна задняя ось. Почти ежегодно, в каждом межсезонном и зимнем периодах, средства СМИ и ЦТ показывают и комментируют страшные картины ДТП и километровые пробки, возникающие при гололедных явлениях не только на дорогах России, но и в странах Северной Европы, Канады и Северной Америки.

Если при гололеде не удастся достаточно быстро повысить сцепные свойства по всей протяженности автотрассы, то в этом случае для безопасности движения весьма необходимо и оправданно некоторое локальное повышение сцепных свойств дорожного покрытия, непосредственно под колесами буксующей оси тягача и скользящей оси полуприцепа.

Как известно, для исключения складывания звеньев автопоезда при торможении желательным обеспечить растягивающую силу в опорно-сцепном устройстве. Практически это может быть получено не только за счет распределения давлений в тормозных контурах тягача и прицепа, но также локальным повышением сцепления под колесами осей прицепа. Использование зимних шин для автопоездов весьма проблематично, так как переоборудовать ими многочисленные оси полуприцепа и тягача сложно, трудоемко и дорогостояще и, кроме того, возникает существенная проблема хранения сменных комплектов в межсезонный период.

При преодолении заснеженных подъемов, даже кратковременное повышение сцепления ведущих колес тягача с покрытием на особо скользких участках дороги, способствует троганию автопоезда с места и дальнейшему продолжению движения.

Как правило, особо скользкое состояние покрытия наблюдаются не по всей длине автодороги, а лишь на некоторых её участках. Из водительской практики известно, что на этих участках трасс чаще всего рассыпают песчано-солевую смесь.

Имеет смысл механизировать и автоматизировать этот процесс путем оборудования каждого транспортного средства достаточно простыми приспособлениями, способствующими повышению безопасности движения без задержки всего транспортного потока и облегчающими напряженный труд водителя. Например, по аналогии с механическими «песочницами», используемыми на железнодорожном подвижном составе, на самом автопоезде также следует применить подобную систему подачи мелкозернистого абразивного компонента под буксующие колеса тягача.

Совместно с применением зимних шин для уверенного движения по скользким дорогам российским автомобилистам следует оборудовать каждое транспортное средство механическими или автоматизированными системами подачи подходящего абразивного компонента в область контакта шины с дорогой.

Конструкция таких устройств должна быть предельно проста, обеспечивать безопасность движения на дорогах с низким сцеплением, снижать тяжесть последствий ДТП в периоды межсезонной и зимней эксплуатации транспортных средств.

Чаще всего затор в транспортном потоке создают именно большегрузные автопоезда, а у них, как известно, в пневматических ресиверах

тормозных систем всегда имеется запас сжатого воздуха. Тем более что под днищем прицепа всегда найдется место для крепления емкости с абразивным компонентом, с объемом, достаточным на весь предстоящий маршрут, а для предотвращения его смерзания при низких температурах емкость желательно обогревать выхлопными газами или встроенным подогревателем.

Анализ движения автопоезда на повороте показывает, что из-за неудачного конструктивного расположения неуправляемых поддерживающих осей вдоль базы трехосного полуприцепа теоретически неизбежен его выход из отведенной полосы движения. На крутых поворотах из-за разнозначного увода колес первой и третьей осей полуприцепа векторы их линейных скоростей существенно отклоняются от его продольной оси и, соответственно, от заданной траектории движения. В реальной же практике на скользких дорогах, особенно при наличии продольных и поперечных сил в седельно-сцепном устройстве, это чревато серьезным нарушением безопасности движения.

Таким образом, для стабилизации движения автопоезда и минимизации отклонений его звеньев от заданной траектории, необходимо дополнительно применять специальные устройства, обеспечивающие сохранение сцепных свойств дорожного покрытия с каждым из его колес.

Для количественной оценки несоответствия реальной траектории движения звеньев с теоретической, в Кубанском государственном технологическом университете (КубГТУ) использован метод моделирования движения автопоезда на стенде с наклоняемой плат формой и с возможностью изменения сцепных свойств её опорной поверхности, рисунок 1, [2].

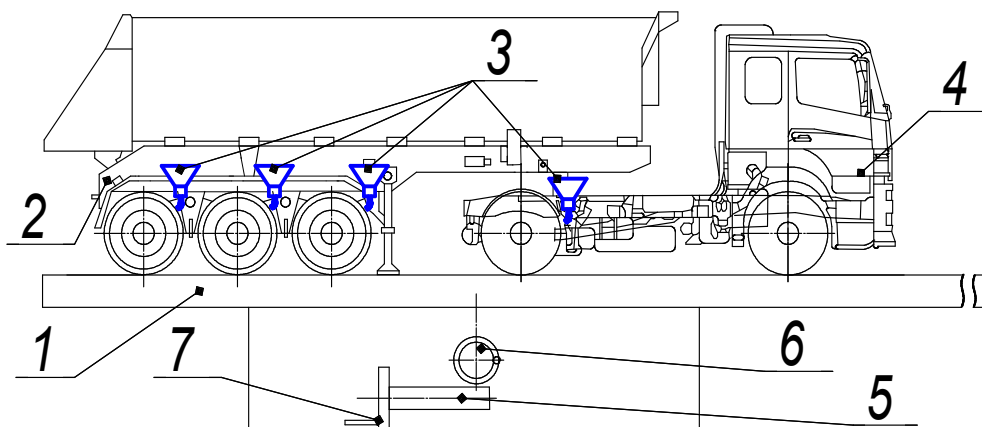


Рис. 1. Расположение автопоезда на платформе стенда 1 - платформа; 2 – рама полуприцепа; 3 – емкости; 4 – тягач; 5,6 – винтовой механизм; 7 – рукоятка

При экспериментах платформа **1** наклонялась в продольный и поперечной плоскостях при помощи винтового механизма **5,6**. На платформе закреплялся фрагмент реального сухого асфальтобетонного покрытия, вырезанного из проезжей части дороги. Для снижения сцепных свойств поверхности покрытия фрагмента использовалась вода, плотный снег и гололед. В процессе эксперимента, за счет продольного угла наклона платформы автопоезд начинает движение по опорной по-

верхности, а за счет поперечного наклона создавались боковые силы, действующие на его звенья.

В процессе движения фиксировался угол  $\gamma$  складывания звеньев и углы  $\delta$  увода осей полуприцепа, таблице 1. В начальной фазе, под действующими силами, траектории движения автопоезда изменялась, что в конечном итоге приводило к поперечному скольжению и заносу полуприцепа.

Таблица 1 – Пример моделирования траектории звеньев автопоезда

	Угол складывания $\gamma$ , град	Увод передней оси полуприцепа $\delta_1$ , град	Увод задней оси полуприцепа $\delta_3$ , град	Примечание
1	5	1	1	Незначительный увод осей
2	10	2	2	Мало заметный увод осей
3	15	3	3	Заметный увод осей
4	20	4	4	Заметный увод осей
5	30	8	8	Заметный увод осей с признаками проскальзывания
6	35	11	11	Начало поперечного проскальзывания колес осей
7	40	13	13	Увод сопровождается скольжением колес осей
8	45	19	19	Полное скольжение колес осей, занос полуприцепа

При экспериментах отмечено существенное кинематическое рассогласование параметров движения осей тележки, колеса которых катятся по траекториям, не соответствующим среднему радиусу поворота всего автопоезда, а возникающий при этом увод колес отдельных осей существенно изменяет характер его движения. На реальном автопоезде, особенно если под колесами отдельных осей сцепление с дорогой будет разным, водитель будет вынужден постоянно корректировать направление движения, что существенно повысит его физическую нагрузку. Величина углов увода колес осей зависит от расположения осей тележки по базе прицепа и от угла складывания звеньев. Эксперименты показали: существенное кинематическое рассогласование параметров движения передней и задней осей тележки наблюдается при угле складывания звеньев больше 30 град.

Для стабилизации заданной траектории путем повышения сцепления колес звеньев на гололеде использовались простейшие устройства **3** для подачи абразивного компонента в область контакта шины с дорогой, которое могут быть применены на транспортных средствах, имеющих пневмопривод тормозных механизмов. [ 3 ].

Устройство, рисунок 2, включает в себя емкости **4** для абразивного компонента или мелкозернистого песка. Емкости выполнены в виде воронок и установлены над колесами **2** осей тягача и полуприцепа. В нижней части каждой из воронок установлены электромагнитные клапаны **3**, управляемые электронным блоком (БУ) **7** и включателем **5**. В еще более упрощенном варианте данного устройства электронные элементы схемы могут быть заменены простыми механическими элементами.

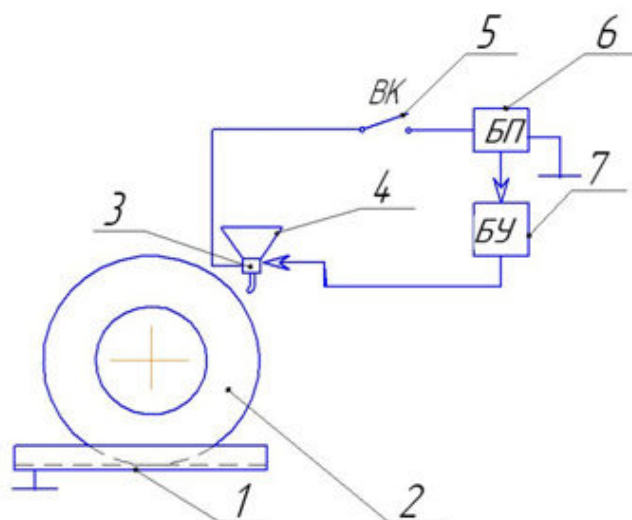


Рис. 2. Схема устройства для подачи абразивного компонента на беговую дорожку шины  
 1 - платформа; 2 – колесо; 3 – электромагнитный клапан; 4 – емкость; 5 – выключатель;  
 6 – блок питания; 7 – блок управления

При анализе процесса торможения транспортного средства за эталон принималась классическая схема движения прицепного звена автопоезда только с одной поддерживающей осью. В этом случае предполагается, что в принятых дорожных условиях автопоезд будет обладать идеальной поперечной устойчивостью, при минимальном сопротивлении движению.

В результате кинематического рассогласования поддерживающие оси тележки катятся по траекториям, не соответствующим среднему радиусу точки относительно центра поворота в коридоре движения полуприцепа, а возникающий при этом увод колес существенно повышает сопротивление качению, а, следовательно, увеличивает износ шин и расход топлива. Кроме того, увод колес осей полуприцепа отклоняет векторы скоростей центров осей тележки от его продольной оси и соответственно от заданной траектории движения автопоезда, заставляя водителя дополнительно работать рулевым колесом тягача, тем самым создавая ему дополнительную физическую нагрузку.

По результатам моделирования движения тягового и прицепного звеньев автопоезда практически выяснилось, что оси тележки полуприцепа катятся по траекториям, не соответствующим радиусу заданной траектории и, увод колес осей тележки ухудшает в целом

управляемость и устойчивость автопоезда. Таким образом, конструктивное расположение отдельных поддерживающих осей трехосной тележки полуприцепа играет важнейшую роль в динамике движения седельного автопоезда.

При больших углах складывания звеньев возникает поперечное скольжение в контактах шин с дорогой, в результате возможно нарушение поперечной устойчивости полуприцепа, занос и выход его из допустимого коридора движения. Систематический выход звеньев автопоезда из заданного коридора движения может быть вызван реальным конструктивным расположением 3-х поддерживающих осей полуприцепа и появлением в связи с этим дополнительных усилий в седельно-сцепном устройстве.

Для предотвращения подобных обстоятельств при торможении автопоездов и других транспортных средств в КубГТУ разработано автоматическое устройство, которое повышает сцепные свойства колес с дорожным покрытием для более интенсивного и безопасного торможения и улучшения качества рабочего процесса антиблокировочных систем на скользких дорогах, рисунок 3, [4]. Важно подчеркнуть, что при использовании данного устройства не разрушается поверхностный слой дорожного покрытия.

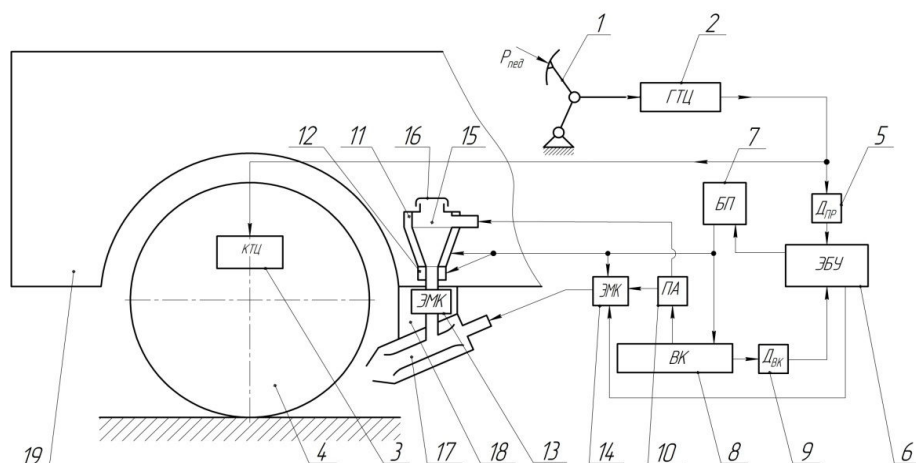


Рис. 3. Автоматизированное устройство для повышения сцепления колеса с дорогой  
 1 - тормозная педаль; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – колесный тормозной цилиндр;  
 4 – колесо; 5,9 – датчик; 6 – электронный блок управления; 7 – блок питания; 8 – воздушный  
 миникомпрессор; 10 – пневмоаккумулятор; 11 – термозлемент; 12 – вибратор; 13, 14 - электро-  
 магнитный клапан; 15 – емкость; 16 – крышка; 17 – форсунка; 18 – кронштейн; 19 - корпус АТС

В отличие от описанного выше простейшего устройства его автоматический аналог может применяться на транспортных средствах **19** не только с пневматическим, но также и с гидравлическим приводом тормозных механизмов.

Устройство содержит емкость **15** с герметичной крышкой **16** для абразивного компонента. Внутренняя полость емкости выполнена в форме усеченного конуса для облегчения подачи абразивного компонента к форсункам **17**, установленным на кронштейнах **18** перед колесами транспортного средства. Для исключения слипания отдельных частиц абразивного компонента при повышенной влажности или при низкой температуре окружающей среды емкость оборудована специальным встроенным термозлементом **11** и вибратором **12**. Под избыточным давлением воздуха абразивный компонент с большой скоростью подается в область контакта шины колеса **4** с дорожным покрытием. На транспортное средство с гидроприводом тормозных механизмов дополнительно устанавливается воздушный миникомпрессор **8** с пневмоаккумулятором **10** и форсунками. Каждая из форсунок снабжена соплом с распылителем. Это сделано с целью охвата абразивным компонентом всей площади контакта каждой из шин с дорогой. Привод миникомпрессора осуществляется электродвигателем с питанием от штатной аккумуляторной батареи (БП) **7**.

Контроль температурного режима абразивного компонента и открытия электроклапа-

нов **13** и **14**, а также включение электродвигателя привода миникомпрессора осуществляется электронным блоком управления (ЭБУ) **6** по заданной программе.

Так как рабочим телом в устройстве является малоинерционный абразивный компонент, а подача его в контакт производится высоким давлением воздуха с управлением всеми клапанами на уровне электрических сигналов и команд ЭБУ, время срабатывания всего устройства минимальное.

Под воздействием водителя на тормозную педаль **1** главный цилиндр **2** создает в тормозном приводе избыточное давление, которое передается на датчик давления **5**. Электрический сигнал датчика с помощью аналого-цифрового преобразователя передается на ЭБУ транспортного средства. По заданной программе ЭБУ включает вибратор и термозлемент подогрева емкости абразивного компонента и электродвигатель привода воздушного миникомпрессора, который подзаряжает воздухом пневмоаккумулятор. При достижении рабочего давления в пневмоаккумуляторе по сигналу датчика **9** привод миникомпрессора автоматически отключается. При необходимости экстренного торможения водитель резко нажимает на тормозную педаль. При максимальном усилии на педали максимально увеличивается давление в приводе колесных тормозных цилиндров **3** всех колес транспортного средства. Уровень сигнала на выходе датчика **5** давления максимально повыша-



ется и в соответствии с заданной программой ЭБУ дает команду на открытие электромагнитных клапанов **12** и **14**. Через открытые клапаны абразивный компонент под избыточным давлением воздуха поступает к форсункам. Наличие термозлемента и вибратора способствует более интенсивной подаче абразивного компонента из емкости к форсункам. Одновременно к форсункам из пневмоаккумулятора подается сжатый воздух. За счет давления воздуха абразивный компонент с большой скоростью подается в область контактов шин всех колес, внедряясь одновременно в поверхность беговой дорожки шины и в дорожное покрытие, повышая шероховатость обеих взаимодействующих поверхностей и соответственно их сцепные свойства.

### **Заключение**

Важным результатом применения разработанного устройства является повышение интенсивности торможения, минимальное время срабатывания, нормализация работы ABS и, как следствие, сохранение управляемости и устойчивости сочлененного транспортного средства против заноса.

Описанные устройства могут быть рекомендованы к использованию на разных типах автомобилей и сочлененных транспортных колесных машин в целях повышения показателей их активной безопасности и других эксплуатационных свойств.

### **Библиографический список**

1. Шарнирно-сочлененное транспортное средство. Повышение устойчивости / Куюков В. В., Лавриненко А. А. и др. Патент RU № 94207 U1 от 20.03 2010 г.
2. Куюков В. В. Исследование поворачиваемости автомобиля (в стендовых условиях). Межвуз. сборник науч. статей / КубГТУ. – Краснодар: Юг, 2009. – Вып. 3 – 164 с.
3. Куюков В. В., Шинкаренко А. А. Повышение безопасности движения седельного автопоезда / Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса: Материалы 2-ой Международной научно-практической конференции г. Орел. «Госуниверситет – УНПК», 2012- 129 с.
4. Устройство для повышения сцепных свойств колеса транспортного средства с дорожным покрытием / Куюков В. В., Шинкаренко А. А. и др. Патент RU № 107103 U1 10.08 2011 г.

## **INCREFAST TRAFFIC SAFETY TRACK ROAD TRAINS**

A. A. Shinkarenko, V. V. Kuyukov

Analysing motion of a model of an articulated vehicle composed of truck and trailer on the test stand it has been found that some axles of the three- axles semi-trailer truck roll along paths different from rood turning radius, and as a result the truck wheels slip impairing controllability and stability of the articulated vehicle on slippery roads. The important consequence of applying the proposed device is minimizing the actuation time and keeping the articulated vehicle controlled and stable against skidding. This device has developed by the authors to increase rood grip of the tyres of the articulated vehicle wheels and to diminish possibility of getting the vehicle involved into an accident.

**Keywords:** truck, grip the road surface, the active safety

### **Bibliographic list**

1. Articulated vehicle. Increased stability / Kuyuk V. V., A. A. Lavrynenko etc. Patent RU № 94207 U1 from 20.03 2010
2. Kuyuk V. V. The research vehicle under steer (in terms of bench). Intercollegiate. Scientific collection. Articles / KubGTU. - Krasnodar: South, 2009. - Issue. W - 164.
3. Kuyuk V. V., Shinkarenko A. A. Higher safety tractor train / Actual problems of innovative development of the transport complex: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. Orel. "State University - ESPC," 2012 - 129 p.
4. A device for increasing coupling properties of the vehicle wheels and the road surface / Kuyuk V. V., A. A. Shinkarenko etc. Patent RU № 107103 U1 10.08 2011

*Шинкаренко Александр Андреевич инженер, преподаватель ГАОУ СПО КК «Лабинский аграрный техникум». Основное направление научных исследований - экспериментальное исследование автомобильной шины с опорной поверхностью. Имеет 47 научных работ. E-mail: dron\_13\_74@mail.ru*

*Куюков Вадим Вадимович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Машиностроение и автомобильный транспорт» Кубанского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – вопросы исследование движения транспортных средств. Имеет 158 опубликованных работ. E-mail: Ekaterina\_vad@mail.ru*

УДК 621.4

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ НА РЕСУРС РАБОТЫ МОТОРНОГО МАСЛА

И. И. Ширлин, А. В. Колунин, С. А. Гельвер, А. А. Иванников

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты испытаний моторного масла SAE 10W-40 и эксплуатационного класса по API SL/CF применяемых в двигателе 4<sup>х</sup> групп автомобилей "Газель" работавших в различных условиях эксплуатации, а также обоснования этих результатов.

**Ключевые слова:** ресурс масла, равнозначный баланс кислотного и щелочного чисел, бинарные системы питания, фракционный состав топлива.

### Введение

Более 50 % эксплуатационных затрат автотранспортных предприятий связано расходами на приобретение топлива, цена которого с течением времени неумолимо увеличивается. Последнее обстоятельство вынуждает автотранспортчиков к поиску иных менее затратных путей в осуществлении своей деятельности. Как известно рыночная стоимость сжиженного нефтяного газа (СНГ), приблизительно на 40 % ниже стоимости традиционного жидкого топлива. В этой связи, для снижения себестоимости автотранспорта многие владельцы устанавливают на автомобили дополнительные системы питания. Системы питания обеспечивающие работу двигателя на пропанобутановой смеси.

Такая переконвертация, как правило, не требует существенных изменений конструкции двигателя и быстро окупается за счет разницы в стоимости двух видов топлива. Автомобиль, оснащенный газобаллонным оборудованием, в случае необходимости может эксплуатироваться и на жидком топливе.

Однако существует ряд особенностей, которые необходимо учитывать при эксплуатации автомобилей с бинарной системой питания.

Во-первых, пропанобутановая смесь имеет относительно низкую теплотворную способность в сравнении с традиционным видом топлива [1], что влечет снижение мощности и приводит к увеличению расхода СНГ.

Во-вторых, газово-воздушная смесь имеет более широкие пределы воспламеняемости в сравнении с бензиновой смесью, что позволяет использовать в двигателях более бедные топливовоздушные смеси, чем, отчасти, компенсируется повышением расхода топлива. Но при сгорании более бедных смесей снижается мощность двигателя.

В обоих случаях, снижение мощности приводит к изменению режима работы двигателя, поскольку для поддержания крутящего мо-

мента колёсного движителя, водитель вынужден чаще использовать пониженные передачи, меняя при этом передаточное число трансмиссии. Следовательно, растет продолжительность работы двигателя с повышенными частотами вращения коленчатого вала, что приводит ужесточению режима работы моторного масла.

С другой стороны, газообразное топливо имеет лёгкий фракционный состав, легко переходит из жидкого в газообразное состояние, перемешивается с атмосферным воздухом образуя гомогенную, топливовоздушную смесь. Температура начала кипения пропана при давлении 0,1 МПа составляет -42° С, бутана -1° С, а диапазон кипения бензина при тех же условиях составляет от +35 до +220° С [2]. Столь значительная разница во фракционном составе накладывает свой отпечаток на процесс смесеобразования. Температура конца кипения (+220° С) характеризует содержание тяжёлых фракций, той доли топлива, которая может не переходить с газообразное состояние, а поступать в цилиндры двигателя в виде жидкой фазы. Неиспарившаяся часть бензина оказывает негативное воздействие на полноту сгорания всего объёма топлива, введенного в камеру сгорания, ресурс деталей цилиндропоршневой группы, токсичность отработавших газов и, конечно, на состояние моторного масла - как накопителя несгоревших топливных фракций.

Таким образом, при использовании двигателей с бинарными системами питания возникает два противоположно направленных фактора, которые могут повлиять на состояние моторного масла.

### Испытания

Для оценки влияния вышеуказанных факторов на ресурс моторного масла проанализируем результаты эксплуатационных испытаний универсального всесезонного моторного масла класса вязкости по SAE 10W-40 и эксплуатационного класса по API SL/CF.

В качестве объекта исследования были выбраны 2 группы автомобилей "Газель", оснащенных двигателями УМЗ 4216 [3] с бинарной системой питания, работающие на пропанобутановой смеси газов одна из которых работала в режиме городского цикла, а другая в загородном режиме. И две группы таких же автомобилей не оснащёнными газобаллонным оборудованием и работающие на бензине марки "Регуляр -92", отдельно по городскому и загородному циклу. В общей сложности 4 группы машин.

Оценка ресурса моторного масла с нашем эксперименте, производилась по балансу кислотного и щелочного чисел в пробах работавшего масла. Определение данных показателей производилось с помощью титратора в мг КОН/г. Принято считать, что при достижении равнозначного значения кислотного и щелочного чисел, масло достигает предельного состояния и его дальнейшее применение недопустимо [4]. Пробы масла отбирались из двигателей со средней периодичностью 2000 км. На основе полученных данных среднесуточная наработка автомобилей находилась в пределах от 50 до 140 км/сут.

Усреднённые значения баланса кислотного и щелочного чисел полученные в результате анализа проб работавшего масла взятых из двигателей выше указанных групп автомобилей представлены на рисунке 1.

Данные графических зависимостей свидетельствуют о существенном расхождении в ресурсе моторного масла до наступления равнозначного баланса кислотного и щелочного чисел.

Так при использовании газообразного топлива в режиме междугородних перевозок наступление предельного состояния можно прогнозировать на уровне 16500 км. пробега. При работе автомобилей в аналогичных условиях на бензине предельное состояние можно прогнозировать при наработке около 12000 км.

При работе автомобилей в условиях городского движения равнозначный баланс кислотного и щелочного чисел наступает при значениях 8000 и 4500 км в зависимости от вида топлива соответственно.

### Заключение

Полученные зависимости позволяют сделать вывод, что использование газового топлива, несмотря на указанные недостатки, способствует увеличению ресурса моторного масла в сравнении с применением бензинового топлива при тех же условиях, не оказывает негативного влияния на надёжность моторного масла и позволяет увеличить наработку до наступления предельного состояния по равнозначному балансу кислотного и щелочного чисел на 72 % при эксплуатации автомобилей в режиме загородного движения и 52 % – в городе.

Также следует отметить влияние режима движения автомобилей на ресурс моторного масла. Работа автомобиля в загородных условиях отличает стабильность нагрузок двигателя и отсутствие переходных режимов. Поэтому такой режим способствует увеличению ресурса моторного масла по отношению к городскому циклу при работе на бензине в 2,3 раза, а при работе на газе в 2 раза.

В заключение следует отметить, что представленные результаты справедливы только для конкретных образцов техники и моторного масла, которые эксплуатировались в указанных условиях.

Использование данных результатов в других условиях эксплуатации с другими образцами техники и масла требует проведения дополнительных исследований.

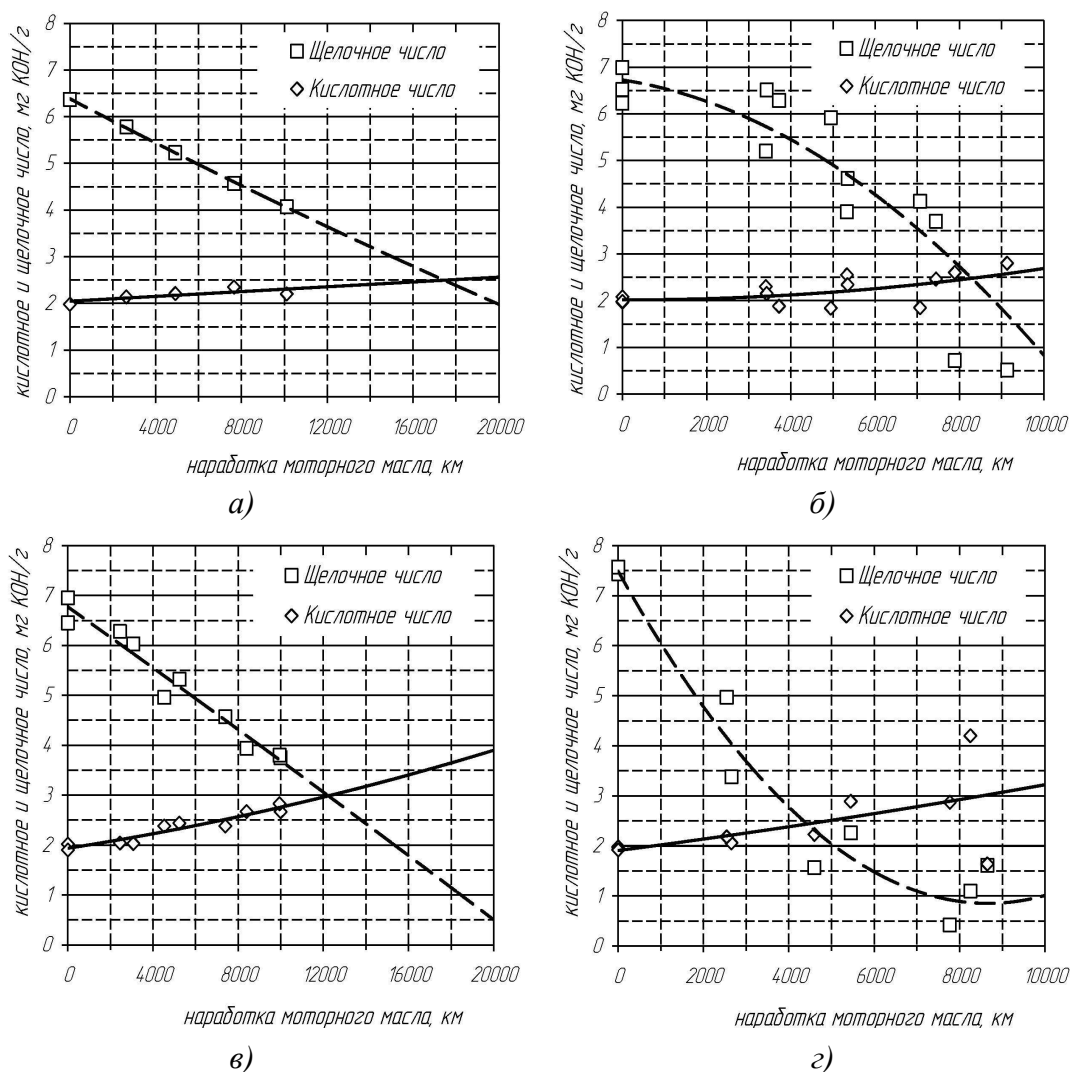


Рис. 1. Влияние вида топлива и режима работы двигателя на ресурс моторного масла: а и б – автомобили, использовавшие газовое топливо (движение в загородном и городском режиме соответственно); в и г – автомобили работавшие на бензине (движение в загородном и городском режиме соответственно)

**Библиографический список**

1. Васильева Л. С. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: Транспорт, 2001. – 279с.
2. ГОСТ 4.24-84 Масла смазочные. Номенклатура показателей. – М.: ИПК издательство стандартов, 2002. – 13 с.
3. Двигатель 4216 и его исполнения. Руководство по эксплуатации 4216.3902010 РЭ. – Ульяновск, 2007. – 45 с.
4. Розенблит Ю. А. Влияние смазочных масел на долговечность и надежность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1970. – 314 с.

**EFFECT OF DUTY VEHICLES IN RESOURCE OF ENGINE OIL**

I. I. Shirlin, A. V. Kolunin, S. A. Gelver, A. A. Ivannikov

This article presents the results of tests of motor oil SAE 10W-40 and the operating class API SL / CF engine used in the 4-car groups "Gazelle" worked in various operating conditions, as well as substantiate these results.

**Keywords:** resource oil equivalent balance of acid and alkaline properties, binary power system, the fractional composition of the fuel.

### Bibliographic list

1. Vasilyeva L. S. Car maintenance materials. - Moscow: Transport, 2001. - 279s.

2. GOST 4.24-84 Lubricants. The range of indicators. - Moscow: Publishing IEC standards, 2002. - 13.

3. Engine 4216 and its execution. Instruction Manual 4216.3902010 manual. - Ulyanovsk, 2007. - 45.

4. Rosenbliett Y. A. Effect of lubricants on the durability and reliability of machinery parts. - M.: Mechanical Engineering, 1970. - 314.

*Ширлин Иван Иванович - кандидат технических наук, доцент кафедры "Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование" Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – экологическая безопасность эксплуатации ДВС на основе использования альтернативных видов топлива. Общее количество публикаций - 34. e-mail: sii\_dvs@mail.ru*

*Колунин Александр Витальевич - кандидат технических наук, доцент кафедры "Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование" Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – экологическая безопасность эксплуатации ДВС на основе использования альтернативных видов топлива. Общее количество публикаций - 21. e-mail: kolunin2003@mail.ru*

*Гельвер Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и химия» Омского государственного университета путей сообщения. Основное направление научных исследований – расчеты на прочность транспортных конструкций. Общее количество публикаций - 17. e-mail: gelversa@rambler.ru*

*Иванников Алексей Алексеевич - начальник кафедры Ремонта бронетанковой и автомобильной техники Омского филиала военной академии тыла и транспорта. Основное направление научных исследований – влияние условий эксплуатации автомобильной техники на состояние моторного масла. Общее количество публикаций - 5.*

## РАЗДЕЛ II

### СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

---

УДК 625.7

#### КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ РАЙОНИРОВАНИИ ТРАССЫ ДОРОГИ

А. А. Дубенков

***Аннотация.** Процесс районирования трассы дороги рассматривается как связующее звено между оценкой естественных геологических границ, обусловленных природными условиями местности, и требованиями к обеспечению взаимодействия автомобильной дороги с окружающей средой и основанием дорожной конструкции. Задачей линейного районирования по результатам инженерных изысканий на многолетнемерзлых грунтах является предупреждение возможных деформаций при проектировании и организации строительства дорожных конструкций с учетом оценки изменчивости и однородности геокриологических факторов.*

***Ключевые слова:** инженерные изыскания, геокриологические факторы, таксонометрический метод районирования.*

#### **Введение**

В инвестиционном цикле автомобильной дороги проектно-изыскательские работы по трудоемкости и затратам занимают до 20 % [1], являясь в то же время основным средством обеспечения надежности и экономичности строительно-монтажных работ. Основные конструктивные решения на всем протяжении трассы принимаются на основе инженерных изысканий, целью которых является получение и обработка информации о природных условиях строительства.

Согласно СНиП 11.02-96 "Инженерные изыскания для строительства" [2] выделяют пять основных видов изысканий: инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические, изыскания строительных материалов и источников водоснабжения.

В зависимости от размеров и сложности проектируемых объектов, сложности инженерно-геологических условий изысканий требуется определенная обработка массивов информации для принятия проектных решений. В условиях многолетнемерзлых грунтов эта информация должна быть структурирована по отдельным участкам дороги. Предлагается рассматривать этот процесс как предпроектную стадию, обеспечивающую качество проектирования, повышение общего уровня организации строительных работ, предотвращение неожиданностей и возможных рисков на последующих стадиях инвестиционного цикла автомобильной дороги.

**Основная часть.** Главная причина деформаций земляного полотна на многолетнемерзлых грунтах (ММГ) – это нарушение их температурно-влажностного режима под воздействием различных разрушающих факторов, в том числе природного характера. В работе Ждановой [3] выявлены закономерности проявления того или иного вида деформаций земляного полотна в определенных природно-климатических районах Северного хода ДВЖД в процессе эксплуатации железной дороги. Были проанализированы две зоны, каждая протяженностью порядка 200км. Диаграммы, приведенные на рисунке 1, показывают, что для определенной природно-климатической зоны характерен вполне определенный вид деформаций технической системы «земляное полотно-основание» в условиях ММГ. Так, для 281 –й зоны характерным является 5-ый тип деформации (осадки основания земляного полотна), а для 290-й зоны доминирующими являются пучино-просадочные деформации основной площадки земляного полотна (1-ый тип). Первый и пятый виды деформаций составляют соответственно 25,4 % и 39,6 от всех видов деформаций на данной дороге. Приведенный анализ имеет важное значение для проектирования дорожных конструкций и мероприятий по стабилизации земляного полотна на различных участках трассы дороги в зависимости от комплекса природно-климатических и геокриологических факторов, характерных для определенного участка.

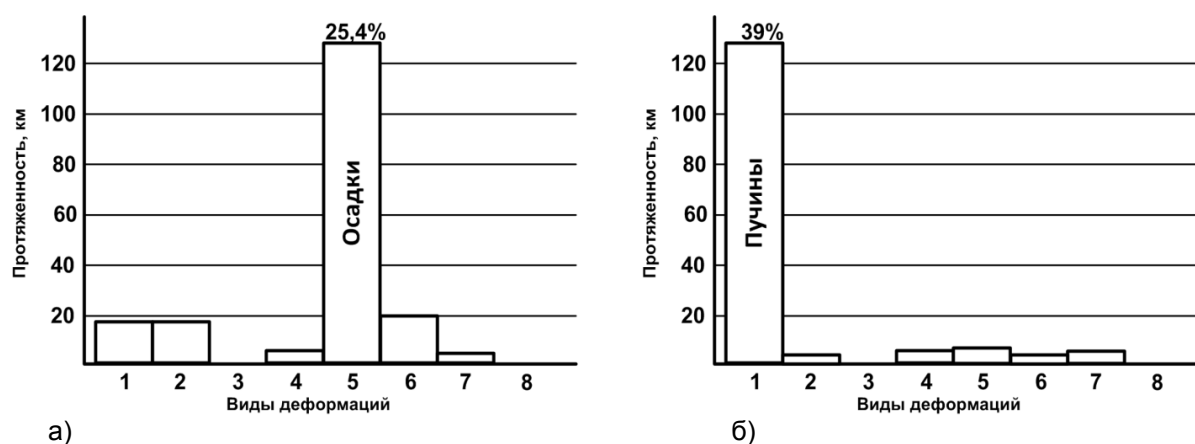


Рис. 1. Диаграммы суммарных деформаций для 281 зоны (а) и 290 зоны(б) Северного хода ДВЖД [3]

Применительно к автомобильным дорогам взаимосвязь конструктивно технологических решений и дорожного районирования представлена в работе [4] на примере трассы автомобильной дороги «Амур» Чита-Хабаровск. Предложенная авторами система мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги базируется на мерзлотно-геоморфологическом районировании с учетом инженерных геокриологических условий. Изучение геолого-географических факторов на трассе дороги «Амур» выполнено авторами, во-первых, для расчленения изучаемой территории на типы ландшафтов (типы местности, микрорайоны), каждый из которых характеризуется определенной однородностью этих факторов, во-вторых для выяснения качественного и количественного влияния последних на мерзлотные условия. При районировании ключевых участков ими применен метод картографических наложений. Однако комплексной оценки совокупности инженерно-геологических факторов в рамках микрорайонов не выполнялось.

Исследования, выполненные на эксплуатируемых дорогах, служат основанием для проведения определенных ремонтных мероприятий для ликвидации выявленных деформаций. Задачей линейного районирования по результатам инженерных изысканий является предупреждение возможных деформаций при проектировании дорожных конструкций с учетом оценки изменчивости и однородности геокриологических факторов. Сложность оценки инженерно-геологических условий (ИГУ) заключается в необходимости найти комплексную оценку многообразных природных факторов, общую для какой-либо выделяемой части территории.

Оценочный тип районирования проводится как сравнительный, при котором выделяе-

мые части территории оцениваются в общем плане качественно и количественно по характерным признакам. Очень часто при формировании исходной информации приходится считаться с ее доступностью. По этой причине не всегда в комплексную оценку включают все желаемые признаки, иногда приходится ограничиваться самой необходимой и доступной информацией.

Последовательность решения задачи линейного районирования по результатам инженерных изысканий можно представить в виде блок-схемы, включающей 6 основных операционных этапов и блоки с информационным обеспечением расчетов на этих этапах: (рис. 2.).

Получение достаточно достоверных, учитываемых в расчетах численных значений параметров, характеризующих мерзлотно-грунтовые и гидрогеологические условия непрерывно на протяжении линейных сооружений весьма затруднительно, а в ряде случаев практически невозможно из-за частой изменчивости геоконструкций по длине трассы. В расчетах применяют усредненные систематизированные данные о состоянии природных факторов на определенных участках, принятых в качестве элемента районирования. В методике инженерного районирования [5] такие элементы получили название операционных таксономических единиц (ОТЕ). Показатели, используемые для районирования по зональным факторам (блок 2, рис.2.), могут быть получены прямым измерением по данным ближайших метеорологических станций, снегомерных постов или по справочной литературе. Оценка показателей по геокриологическим факторам (блок 3, рис.2.) выполняется как прямым измерением, так и с использованием расчетных формул.

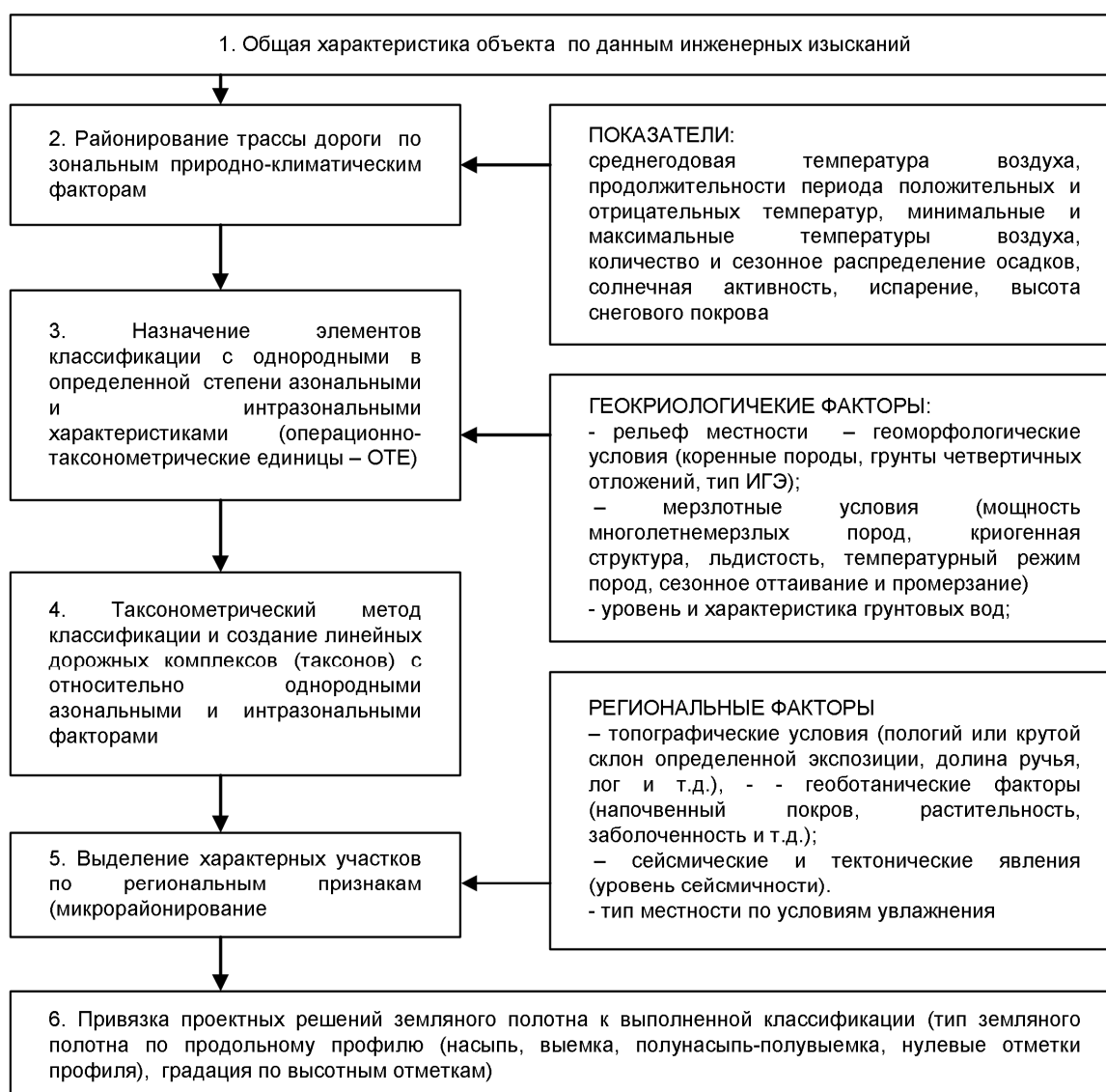


Рис. 2. Блок-схема линейного дорожного районирования на ММГ

Оценка геоморфологических показателей оценивается ритмом рельефа  $r$  и средней глубиной расчленения  $\bar{h}$  по следующим формулам [6]:

$$r = L / (m + 1), \quad (1)$$

где  $r$ -частота чередования повышенных и пониженных точек местности, км;  $m$ - количество перегибов;  $L$ - длина профиля, км.

$$\bar{h} = \frac{|h_1| + |h_2| + \dots + |h_{m+1}|}{m + 1}, \quad (2)$$

где  $m$  – общее количество точек на профиле;  $h_1, h_2, \dots, h_{m+1}$  – разность высот двух смежных перегибов линии профиля, м;  $\bar{h}$  – средняя глубина расчленения по профилю, м.

Основные расчетные показатели физических и физико-механических свойств грунтов

оцениваются по инженерно-геологическим элементам (ИГЭ) продольного разреза трассы дороги [7,8,9].

Набор наиболее информативных признаков предполагает детальный анализ статистического материала, а также выбор методов преобразования элементов исходной информации для последующей обработки. Рассматриваемая задача формулируется следующим образом: разделить совокупность объектов, заданных набором характеризующих их числовых и балльных значений соответствующих признаков на однородные группы. Группировка однородных участков по длине дороги соответствует иерархической процедуре разбиения наблюдений на классы (таксонометрический метод). При этом на первом шаге каждый элемент в виде ОТЕ



рассматривается как отдельный таксон, обладающий совокупностью определенных свойств, выражаемых качественными или количественными характеристиками.

В качестве процедуры районирования (блок 4, рис. 2.) принят агломеративный иерархический алгоритм [5], идея которого состоит в последовательном объединении элементов (ОТЕ), сначала наиболее близких, а затем все более отдаленных друг от друга по комплексу показателей, характеризующих инженерно-геологические условия.

Предложенная методика была использована для линейного дорожного районирования по интронзональным факторам в сложных геокриологических условиях на отдельных участках автомобильных дорог в I<sub>3</sub> ДКЗ Восточной Сибири: «Амур» Чита-Хабаровск и М-56 «Лена».

В качестве примера применения методики районирования по результатам инженерно-геологических изысканий рассмотрим участок автомобильной дороги М-56 «Лена» протяженностью 28км. В геологическом строении район изысканий представляет собой весьма сложно построенные складчатые области, сложенные, метаморфическими и магматическими породами архейского и протерозойского возрастов, а также рыхлыми отложениями четвертичного возраста различного генезиса. Район строительства трассы входит в I ДКЗ., зону практически сплошного распространения ММГ. По сложности мерзлотно-грунтовых условий трасса автодороги отнесена к сложным, с высоким уровнем изменчивости геоконплексов. На участке выделено 39 ИГЭ.

Базовый размер элементарного участка (ОТЕ) принят протяженностью 1км, отдельные участки с особыми условиями составили от 0,2 до 0,5 км. Исходная матрица представлена значениями 16 показателей по 37 ОТЕ.

Для проведения таксонометрического анализа по геокриологическим условиям принято следующее допущение – грунтовое основание рассматривается как двухслойная система, каждый из слоев которой характеризуется группой грунта, состоянием грунта, плотностью и модулем деформации. За верхний слой принят деятельный (сезонно-промерзающий-оттаивающий) слой. Нижний слой рассматривался от верхнего горизонта вечномерзлых грунтов (ВГВМГ) до уровня нижней отметки скважин. По каждой ОТЕ по

результатам инженерно-геологических изысканий представлены следующие количественные характеристики ИГЭ: плотность грунта, г/см<sup>3</sup>; модуль деформации МПа; глубина сезонного промерзания, м; уровень грунтовых вод, м; ВГММГ, м; температура на глубине 4м, °С.

Состояние грунтов в соответствии с [7,8] оценивалось по трем группам: связный, несвязный, мерзлый. Связные грунты (супеси, суглинки и глины) по консистенции, характеризующейся показателем текучести  $I_L$ , разделяют на твердые ( $I_L < 0$ ), полутвердые ( $0 \leq I_L \leq 0,25$ ), тугопластичные ( $0,25 < I_L \leq 0,55$ ), мягкопластичные ( $0,5 < I_L \leq 0,75$ ), текучепластичные ( $0,75 < I_L \leq 1,0$ ) и текучие ( $I_L > 1,0$ ).

Показатель текучести определяют по формуле [7]

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}, \quad (3)$$

где  $W$  – естественная влажность грунта на момент определения его состояния в естественных условиях, % ;  $W_p$  – влажность на границе раскатывания, % ;  $W_L$  – влажность на границе текучести, %

Для несвязных грунтов приняты три степени водонасыщения: малой степени, средней и насыщенные водой. Состояние многолетнемерзлых грунтов характеризуется степенью льдистости: слабольдистые, льдистые и сильнольдистые.

Состояние грунтов и пород каждого слоя из-за различной размерности показателей оценивается по балльной системе в виде дискретной шкалы. При отсутствии характеристики показателя для ОТЕ его значение принимается равным нулю. Возможный вариант отображения показателей состояния грунтов для таксонометрического анализа представлен в таблице 1.

В таблице 2 приведены статистические характеристики показателей, полученных по результатам инженерно-геологических изысканий на протяжении всей дороги (28км), и для примера, на одном из таксонов, объединившем 6 ОТЕ, общей протяженностью 4,5 км.

## СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Таблица 1 - Балльная оценка состояния грунтов по степени увлажнения

Группа грунта					
Связные		Несвязные		Многолетнемерззлые	
Показатель состояния (консистенции)	Балл	Степень водонасыщения	Балл	Льдистость	Балл
Твердые	1	Малой степени водонасыщения	1	Слабодлистые	1
Тугопластичные	2	Средней степени водонасыщения	2	Льдистые	2
Пластичные	3	Насыщенные водой	3	Сильнольдистый	3
Текучепластичные	4				
Текучие	5				

Таблица 2 - Значения показателей, характеризующих инженерно – геологические условия на трассе участка автомобильной дороги «Лена»

Показатель, ед.изм	Значение параметров показателя					
	Участок дороги, 28км			Таксон №2, 4,5 км (объединение ОТЕ по степени однородности показателей)		
	$\mu$	$\sigma$	$v$	$\mu$	$\sigma$	$v$
Состояние связных грунтов, верхний слой (табл.1), балл	0,811	0,910	1,198	0	0	0
Состояние несвязных грунтов, верхний слой (табл1), балл	0,514	0,837	1,631	1,670	0,580	0,346
Состояние связных грунтов нижний слой (табл.1), балл	0,486	1,387	2,851	2,600	0,736	0,283
Состояние несвязных нижний слой, табл.1), балл	0,243	0,596	2,452	0	0	0
Льдистость ММГ нижний слой, (табл.1), балл	0,811	0,967	1,193	1,250	0,225	0,180
Плотность грунта верхнего слоя основания, г/см <sup>3</sup>	2,096	0,252	0,120	1,763	0,064	0,036
Модуль деформации, верхний слой, МПа	43,678	16,627	0,381	36,660	5,756	0,157
Плотность грунта нижнего слоя основания, г/см <sup>3</sup>	2,176	0,309	0,142	1,833	0,029	0,016
Модуль деформации, нижний слой, МПа	40,560	26,874	0,663	45,500	2,138	0,047
Степень пучинистости верхнего слоя, балл	2,054	1,332	0,649	1	0	0
уровень грунтовых вод, м	2,335	2,651	1,135	2,400	1,082	0,451
глубина сезонного промерзания грунтов верхнего слоя, м	3,122	0,362	0,116	3,403	0,238	0,070
ВГММГ, м	5,651	3,987	0,705	2,700	0,886	0,328
температура на глубине 4м, °С	-0,532	-0,605	1,136	-0,800	-0,500	0,625
глубина расчленения, м	12,284	17,116	1,393	26,57	7,386	0,278
ритм рельефа, км	0,396	0,224	0,564	0,450	0,112	0,248
Среднее значение коэффициента вариаций			1,016			0,191

Примечание:  $\mu$ ,  $\sigma$ ,  $v$  – соответственно математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариаций по показателям

На рисунке 3 представлены средние значения коэффициентов вариации по 16 показателям по участку дороги протяженностью 28км, среднее значение по шести сформированным таксонами, и средние значения по каждому из шести таксонов. Средний коэффициент вариаций по показателям дороги составил 1,02, по сформированным таксонам

изменяется от 0,19 до 0,4, среднее значение по таксонам - 0,3. То есть средний коэффициент вариаций, характеризующий однородность показателей на участках таксонов, снизился более чем в 3 раза по сравнению со средним значением на дороге.

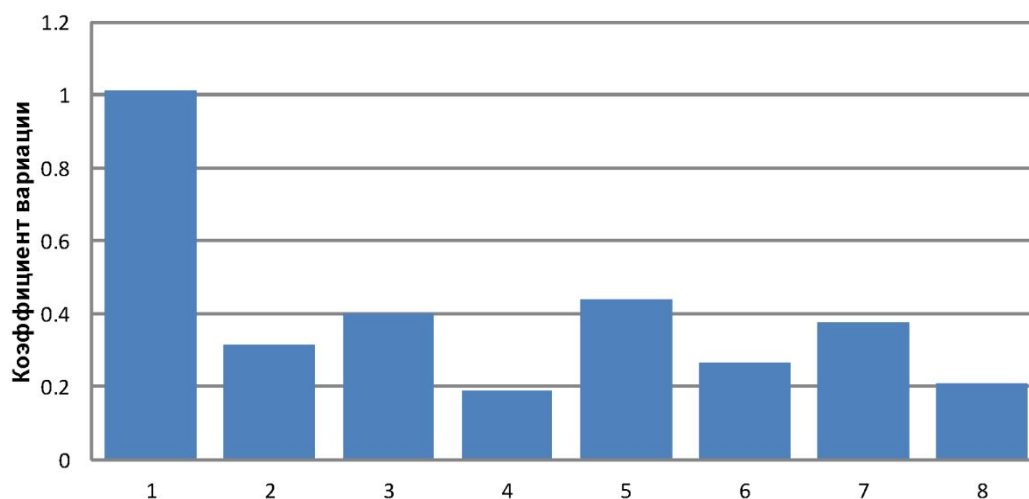


Рис. 3. Коэффициенты вариаций показателей инженерно-геологических изысканий по участку трассы дороги «Лена»: 1-общее значение по участку; 2 - среднее по выделенным таксонам; 3-8 – значения по каждому из шести таксонов

Наибольший разброс данных при включении в таксоны наблюдался по показателям средней температуры на глубине 4м. Данное обстоятельство связано в определенной степени с отсутствием информации по отдельным ОТЕ, что негативно сказывается на результатах при обработке статистических данных. В случае прерывистой шкалы показателей или при так называемой «низкочастотной градации» показателей, рекомендуется на стадии предварительной обработки информации использовать специальные методы, способствующие сглаживанию различий, например, метод «ранговой градации» [5].

Анализ полученных данных свидетельствует, что на выделенных участках с относительно однородными геокриологическими условиями могут использоваться однотипные конструктивные решения. Расчет конструкции выполняется на основе уточненной информации по отдельным участкам (таксонам) на следующих (5 и 6 этапе, рис.3). При этом используется дополнительная информация, характеризующая региональные условия характерных микроучастков: топографические и геоботанические.

Проектные решения необходимо принимать комплексно с учетом высоты насыпи, вида и состояния грунтов основания, прочностных и деформативных свойств грунтов при оттаивании. При этом учитываются и организационные факторы: периоды производства работ (летний или зимний сезон)

### Вывод

Предпроектный анализ по результатам инженерных изысканий автомобильной дороги представлен в виде последовательных этапов, обеспечивающих предварительную обработку информации для принятия проектных решений в условиях геокриологической зоны. Определены показатели, характеризующие зональные, интразональные и региональные факторы, способы их представления при районировании трассы дороги. Применение таксонометрического метода и агломеративного алгоритма классификации для районирования продемонстрировано с учетом ИГУ реального объекта. Реализация алгоритма обеспечила повышение однородности природных факторов в пределах линейных дорожных комплексов для повышения качества проектных решений дорожных конструкций.

### Библиографический список

1. Асаул А. Н. Управление затратами в строительстве. / А. Н. Асаул, М. К. Старовойтов, Р. А. Фалтинский // Под ред. А. Н. Асаула. – СПб: ИПЭВ, 2009.-392 с.
2. СНиП 11.02-96 Инженерные изыскания для строительства. – М., 1996. – 67с.
3. Жданова С. М. Принципы обеспечения стабилизации земляного полотна в южной зоне вечной мерзлоты: дис....д-ра техн. наук. – Хабаровск, 2007. –С.137-139.
4. Кондратьев В. Г. Концепция системы инженерно-геокриологического мониторинга автомобильной дороги «Амур» Чита — Хабаровск /В. Г. Кондратьев, С. В.Соболева. — Чита: Забтранс, 2010. — 176с.
5. Трофимов А. М. Районирование, математика, ЭВМ / А. М. Трофимов, В. А. Рубцов // Учебное пособие/ Изд-во Казанского университета, 1992.-133с.
6. Виноградский А. К. Дорожное районирование /А.К. Виноградский. – М.: Транспорт , 1989. – 95с.
7. ГОСТ 25100-2011. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация. МНТКС – 2012.- 82с.
8. Методические указания по инженерно-геологическим изысканиям автомобильных дорог и сооружений на них. –Союздорпроект.- М. 1992.- 92с.
9. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. – М.: Госстрой России, 1999. - 25с.

### ROAD REGIONALIZATION: COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING AND PERMAFROST CONDITIONS

A. A. Dubenkov

The process of regionalization of the route of the road is seen as the link between the assessment of natural geological boundaries resulting from natural terrain conditions, and requirements to ensure the cooperation of the road with the environment and the bottom of the road structure. The task of linear re-

gionalization based on the results of engineering research on permafrost is a warning of possible deformations in the design and building organization of road constructions taking into account the variability of estimates, and the homogeneity of permafrost factors.

**Keywords:** engineering research, permafrost factors, taxonomic zoning method

### Bibliographic list

1. Asaul A. N. Cost management in construction. / A. N. Asaul, M. K. Starovojtov, R. A. Faltinskij // Pod red. A.N. Asaula. – SPb: IPJeV, 2009.-392p.
2. SNiP 11.02-96 Engineering surveys for construction. - M., 1996. – 67p.
3. Zhdanova S. M. Principles of subgrade stabilization in the southern zone of permafrost: dis....d-ra tehn. nauk. – Habarovsk, 2007. –P.137-139.
4. Kondrat'ev V. G. The concept of system engineering geocryological monitoring highway "Amur" Chita - Khabarovsk / V. G. Kondrat'ev, S. V.Soboleva. — Chita: Zabtrans, 2010. — 176p.
5. Trofimov A. M. Redistricting, mathematics, computer // A. M. Trofimov, V. A. Rubcov // Uchebnoe posobie/ lzd-vo Kazanskogo universiteta, 1992.-133p.
6. Vinogradskij A. K. Road zoning/ A. K. Vinogradskij. – M.: Transport , 1989. – 95 p.
7. GOST 25100-2011. Interstate standard. Soils. Classification. MNTKS – 2012. - 82p.
8. Guidelines for the engineering-geological surveys of roads and structures on them. – Sojuzdorproekt. - M. 1992. - 92p.
9. SP 11-105-97 Geological engineering surveys for construction. Part IV. -Work in areas of permafrost. – M.: Gosstroj Rossii, 1999. – 25 p.

*Дубенков Андрей Алексеевич – аспирант Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – Обоснование конструктивных и организационно-технологических решений при строительстве дорог на многолетнемерзлых грунтах. Имеет 12 опубликованных работ. e-mail: hrnthrt@gmail.com*

УДК 624.21

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА И АРМАТУРЫ ПРИ РАСЧЁТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ СЖАТИЮ С ИЗГИБОМ

П. П. Ефимов

**Аннотация.** В работе приводится методика оценки напряжённого состояния железобетонных элементов подверженных сжатию с изгибом от конкретно заданных нагрузок. Анализ напряжённого состояния выполнен на примере железобетонного элемента прямоугольного сечения армированного ненапрягаемой арматурой.

**Ключевые слова:** бетон; арматура; железобетон; модель; условия равновесия.

**Введение**

В практике мостостроения нередко приходится анализировать напряжённое состояние уже построенных железобетонных сооружений. Например, при решении вопросов связанных с установлении возможности пропуска по мосту нагрузки отличающейся от нормативной. Или оценки влияния на несущую способность дефектов возникших в процессе эксплуатации моста. Существующая методика расчёта железобетонных конструкций основана на анализе их предельного состояния и не позволяет получить ответ на эти и другие, встречающиеся на практике, вопросы.

**Основная часть**

История применения железобетона неразрывно связана с использованием всё более прочных бетонов. Следует отметить, что деформативные свойства более прочных бетонов (кривая "б" на рисунке 1) несколько отличаются по отношению к деформативным свойствам менее прочных бетонов (кривая "а" на рисунке 1). При этом наблюдается соотношение

$$(\varepsilon_{pl,a} / \varepsilon_{el,a}) < (\varepsilon_{pl,b} / \varepsilon_{el,b}), \quad (1)$$

т.е. более прочные бетоны менее пластичны.

Для более прочных бетонов связь между нормальными сжимающими напряжениями в бетоне  $\sigma_b$  и деформациями  $\varepsilon_b$  целесообразно применить двухлинейную диаграмму (Рис. 2а), согласно которой напряжения  $\sigma_b$  определяют по выражениям:

$$\text{при } 0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1,red} \rightarrow \sigma_b = E_{b,red} \cdot \varepsilon_b, \quad (2)$$

$$\text{а при } \varepsilon_{b1,red} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2} \rightarrow \sigma_b = R_b; \quad (3)$$

где  $\varepsilon_{b1,red} = 0,0015$ ;  $\varepsilon_{b2} = 0,0035$ ;  $E_{b,red} = R_b / \varepsilon_{b1,red}$  – приведенный модуль деформаций бетона.

Связь между напряжениями в арматуре  $\sigma_s$  и её относительными деформациями  $\varepsilon_s$  также примем в виде двухлинейной диаграммы (Рис. 2б).

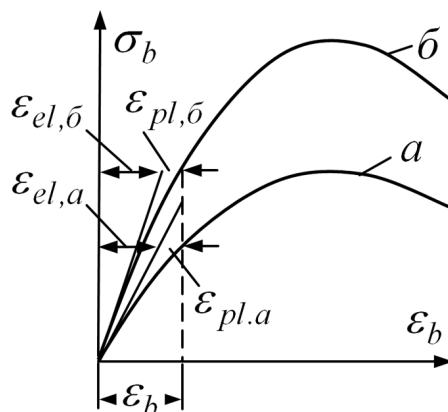


Рис. 1.

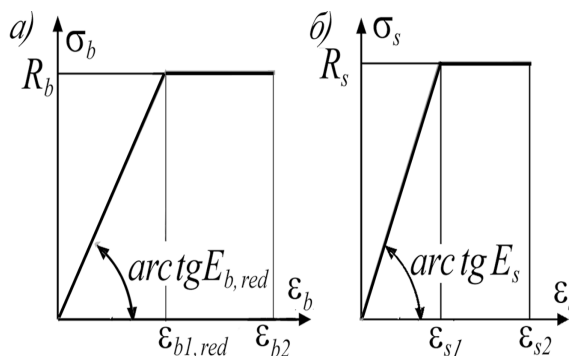


Рис. 2.

В соответствии с принятой диаграммой, напряжения  $\sigma_s$  определяют в зависимости от  $\varepsilon_s$  по выражениям [1]:

$$\text{при } 0 < \varepsilon_s < \varepsilon_{s1} \rightarrow \sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s, \quad (4)$$

$$\text{а при } \varepsilon_{s1} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s2} \rightarrow \sigma_s = R_s; \quad (5)$$

где  $\varepsilon_{s1} = R_s / E_s$ ;  $\varepsilon_{s2} = 0,025$ .

Принятые модели связи между напряжениями  $\sigma_b(\sigma_s)$  и относительными деформациями  $\varepsilon_b(\varepsilon_s)$  используем для анализа напряжённого состояния сечения железобетонного элемента, подверженного воздействию сжимающего усилия  $N_z$  и изгибающего момента  $M_x$  (Рис. 3).

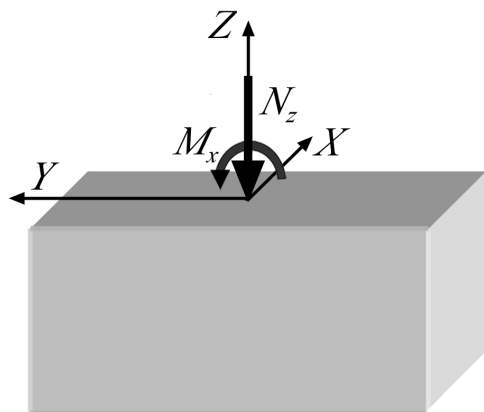


Рис. 3.

Для анализа примем железобетонный элемент прямоугольного сечения с расположением ненапрягаемой арматуры по его контуру (Рис. 4.). Оценку напряжённого состояния сечения будем осуществлять без учёта работы бетона в растянутой зоне. Основной задачей анализа напряжённого состояния поперечного сечения железобетонного элемента является определение высоты сжатой зоны  $x$  и кривизны  $\psi$ .

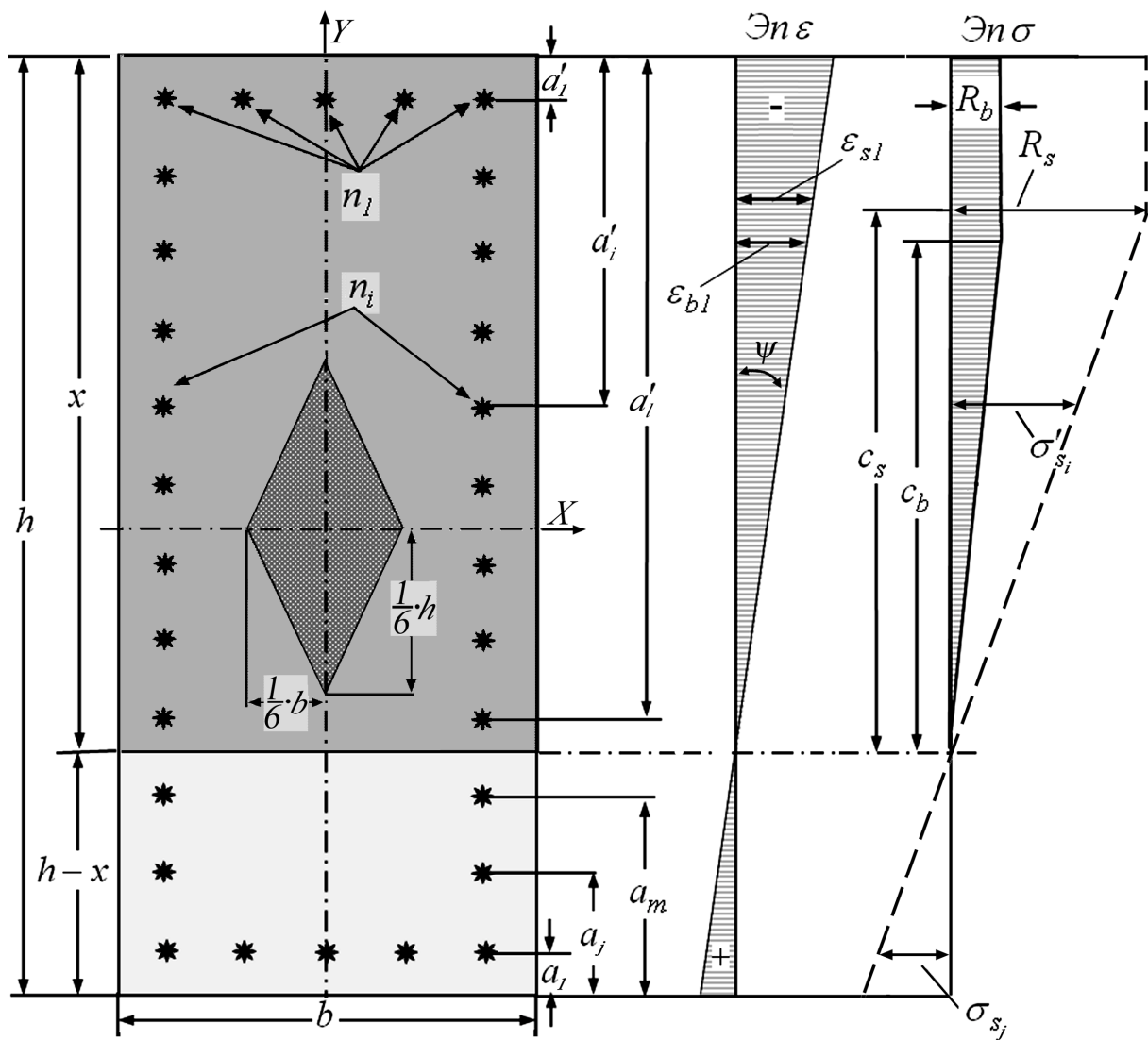


Рис. 4.

Параметры  $c_b$  и  $c_s$ , характеризующие зоны перехода одного вида напряжённого состояния сжатого бетона и арматуры определим по соответствующим выражениям

$$c_b = \varepsilon_{b1,red} / \psi \quad \text{и} \quad (6)$$

$$c_s = \varepsilon_{s1} / \psi. \quad (7)$$

Для определения высоты сжатой зоны бетона  $x$  и кривизны  $\psi$  воспользуемся условиями равновесия внешних и внутренних усилий [2]:

$$\sum M_{\text{внутр.}} = M_x, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & (0,5 \cdot R_b \cdot b \cdot c_b) \cdot (2 \cdot c_b / 3) + (R_b \cdot b \cdot (x - c_b)) \cdot (x - 0,5 \cdot (x - c_b)) + \rightarrow \\ & \rightarrow + \sum_{i=1}^{i=k} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i)^2 + \sum_{i=k}^{i=l} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i)^2 + \rightarrow \\ & \rightarrow + \sum_{j=1}^{j=m} E_s \cdot n_j \cdot A_{so} \cdot \psi \cdot (h - x - a_j)^2 = M_{\text{внеш.}}; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\sum N_{\text{внутр.,x}} = N_z, \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & - (0,5 \cdot R_b \cdot b \cdot c) - R_b \cdot b \cdot (x - c_b) - \rightarrow \\ & \rightarrow - \sum_{i=1}^{i=k} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i) - \sum_{i=k}^{i=l} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i) + \rightarrow \\ & \rightarrow + \sum_{j=1}^{j=m} E_s \cdot n_j \cdot A_{so} \cdot \psi \cdot (h - x - a_j) = N_z. \end{aligned} \quad (11)$$

Используя (6), выражения (9) и (11) представим в виде системы нелинейных алгебраических уравнений

$$\left. \begin{aligned} & (R_b \cdot b \cdot \varepsilon_{b,red}^2 \cdot \psi^{-2} / 3) + R_b \cdot b \cdot (x - \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1}) \cdot (x - 0,5 \cdot (x - \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1})) + \rightarrow \\ & \rightarrow + \sum_{i=1}^{i=k} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i)^2 + \sum_{i=k}^{i=l} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i)^2 + \rightarrow \\ & \rightarrow + \sum_{j=1}^{j=m} E_s \cdot n_j \cdot A_{so} \cdot \psi \cdot (h - x - a_j)^2 = M_{\text{внеш.}}; \\ & - 0,5 \cdot R_b \cdot b \cdot \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1} - R_b \cdot b \cdot (x - \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1}) - \rightarrow \\ & \rightarrow - \sum_{i=1}^{i=k} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i) - \sum_{i=k}^{i=l} E_s \cdot n_i \cdot A'_{so} \cdot \psi \cdot (x - a'_i) + \rightarrow \\ & \rightarrow + \sum_{j=1}^{j=m} E_s \cdot n_j \cdot A_{so} \cdot \psi \cdot (h - x - a_j) = N_z. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Решение (12) не представляет особых сложностей, поскольку большинство вычислительных программных комплексов содержат в себе блок решения системы нелинейных алгебраических уравнений. Следует иметь в виду, что ЭВМ выдаст несколько вариантов решений, из которых необходимо выбрать такое, которое удовлетворяет физическим условиям решаемой задачи.

Необходимо учитывать, что принятое на первом этапе расчёта размещение сжатой и растянутой арматуры может не соответствовать результатам расчёта, т.е. часть сжатой арматуры, расположенной в плоскости изгиба, может попасть в растянутую зону или часть растянутой арматуры попадёт в сжатую зону. Здесь возможно несколько вариантов выхода из такого положения. Например, на основании полученного результата расчёта скорректиро-

вать положение сжатой и растянутой арматуры и повторить расчёт заново.

Возможен и другой вариант решения поставленной задачи. Представим арматуру дискретно расположенную в плоскости изгиба в виде металлического листа постоянной толщины (Рис. 5.)

$$t = \sum k \cdot A_{so} / (h - a'_s - a_s), \quad (13)$$

здесь  $k$  число стержней лежащих в одной плоскости изгиба.

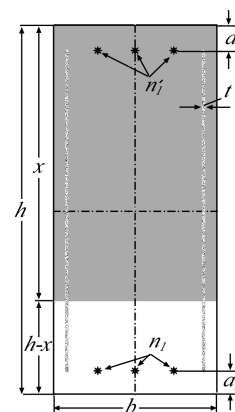


Рис. 5.

С учётом указанного, преобразуем (12) к виду

$$\left. \begin{aligned} &R_b \cdot b \cdot \varepsilon_{b,red}^2 \cdot \psi^{-2} / 3 + R_b \cdot b \cdot (x - \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1}) \cdot (x - 0,5 \cdot (x - \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1})) + \rightarrow \\ &\rightarrow + R_s \cdot n'_l \cdot A'_l \cdot (x - a'_s) + 2 \cdot R_s \cdot t \cdot (x - \varepsilon_{s,l} \cdot \psi^{-1}) \cdot (x - 0,5 \cdot (x - \varepsilon_{s,l} \cdot \psi^{-1})) + \rightarrow \\ &\rightarrow + 2 \cdot R_s \cdot t \cdot \varepsilon_{s,l}^2 \cdot \psi^{-2} / 3 + R_s \cdot n_l \cdot A_l \cdot (h - x - a_s) + \rightarrow \\ &\rightarrow + 2 \cdot E_s \cdot t \cdot (h - x - a_s)^3 \cdot \psi / 3 = M_{внеш.}; \\ &- 0,5 \cdot R_b \cdot b \cdot \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1} - R_b \cdot b \cdot (x - \varepsilon_{b,red} \cdot \psi^{-1}) - R_s \cdot n'_l \cdot A'_l \rightarrow \\ &\rightarrow - R_s \cdot t \cdot (x - \varepsilon_{s,l} \cdot \psi^{-1}) - R_s \cdot t \cdot \varepsilon_{s,l} \cdot \psi^{-1} + R_s \cdot n_l \cdot A_l + \rightarrow \\ &\rightarrow + E_s \cdot t \cdot (h - x - a_s)^2 \cdot \psi = N_z. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Если, при найденных значениях  $x$  и  $\psi$ , выполняется условие

$$x \cdot \psi \leq \varepsilon_{b2}, \quad (15)$$

то заданные расчётные значения сжимающего усилия  $N_z$  и изгибающего момента  $M_x$  могут быть восприняты железобетонным сечением.

#### Заключение

Предложена методика расчета использования для железобетонных элементов любой произвольной формы поперечного сечения.

#### Библиографический список

1. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. М.: 2011. – 340 с.
2. Ефимов П. .П. Проектирование мостов. Мостовые железобетонные конструкции. Ч.1. – Казань: «Идеал - Пресс». – 2011.- 1326 с.

#### USING BILINEAR STRESS-STRAIN MODEL FOR CONCRETE AND REINFORCED WITH COMPUTING FERROCONCRETE ELEMENTS EXPOSED AXIAL FORCE AND BENDING MOMENT

P. P. Efimov

The article is devoted to problem of using bilinear stress-strain model for reinforced concrete with complex reinforcing when axial force and bending moment are taken into account. Under the assumed conditions simplified and accurate structural model are considered.

**Keywords:** concrete; reinforcement; ferroconcrete; model; equilibrium conditions.

#### Bibliographic list

1. SP 35.13330.2011 Bridges and pipes. M.: 2011. - 340.
2. Efimov P. P. Designing bridges. Reinforced concrete bridge construction. P.1. - Kazan: "Ideal - Press". - 2011. - 1326.

*Ефимов Павел Петрович - доктор технических наук, профессор Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – исследование фактической работы эксплуатируемых пролётных строения мостов; управление динамическим процессом динамического воздействия движущегося транспорта на мосты. Общее количество опубликованных работ: – 100 . e-mail: efimea@mail.ru*



УДК 625.731.2:624.138.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНОГО ОСНОВАНИЯ, АРМИРОВАННОГО СТАЛЬНОЙ ГЕОСЕТКОЙ

С. А. Матвеев, Н. Н. Литвинов

**Аннотация:** В работе проведены штамповые испытания оснований из щебня и песка, армированных стальной сеткой. Получены деформационные характеристики оснований, установлена эффективность армирования и выявлены закономерности деформирования армированных щебеночно-песчаных конструкций.

**Ключевые слова:** стальная георешетка, основание, модуль упругости, эффективность армирования.

### Введение

В настоящий момент получила широкое распространение практика армирования оснований дорожных одежд [1-4]. Согласно [5], общий модуль упругости армированной дорожной одежды определяется умножением общего модуля упругости неармированной конструкции на коэффициент усиления. Проведенные ранее штамповые испытания проводились преимущественно с использованием геосинтетических материалов на полимерной и стекловолоконной основе. Коэффициент усиления таких материалов в большинстве случаев не превышает 1,15. С появлением новых георешеток, армирующим материалом которых является сталь, вопрос эффективности армирования вновь становится актуальным.

В настоящей работе исследуется характер деформирования основания и развития напряжений в массиве из щебня и грунта, армированном плоскими стальными сетками. В работе рассматривается двухслойная система. Верхний слой представляет собой щебень наиболее распространенных фракций. Нижний подстилающий слой – песок.

Эксперимент проводился в грунтовом лотке размерами 1,82x1,69x1,61(н) м. В качестве испытательной среды применялся песок сухой мелкий с плотностью частиц 2,65 г/см<sup>3</sup> для нижнего слоя. Для верхнего слоя испытание проводилось по двум вариантам: для щебня фракции 20-40мм толщиной слоя 20см, была выбрана стальная геосетка размером ячейки 50x50мм; для фракции щебня 40-70мм толщина слоя составила 20см, типоразмеры применяемой сетки – 50x50, 75x75, 100x100мм. Расчетная схема приведена на рисунке 1.

Армирующий материал представляет собой стальную геосетку прядями по 6 проволок диаметром 0,6мм в полиэтиленовой защитной оболочке [6]. Размеры сетки в плане – по размеру лотка. Армирующий материал укладывался на границу раздела слоев.

Нагружение осуществлялось по геометрическому центру в плане через штамп размерами 0,5x0,4м, нагрузка прикладывалась через гидравлический домкрат ступенями по 5кН и достигла 50кН.

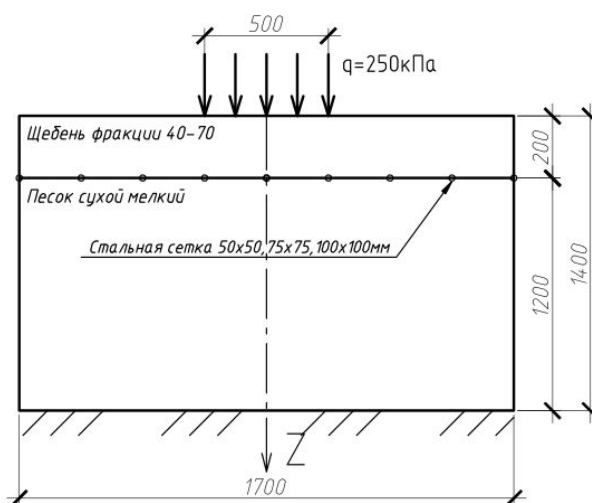


Рис. 1. Схема испытания

**Основная часть**

За критерии эффективности армирования были приняты прогиб и модуль деформации (упругости). Сравнение результатов испытания идентичных конструкций с армированием и без такового, показывает значительное повышение деформативных характеристик армированного материала. Особенно сильно влияние армирования проявляется в тех сочетаниях конструкций, в которых соотношение размера ячейки сетки к размеру фракции щебня находится в определенных пределах, обеспечивающих надежное заанкеривание в ячейке.

Модуль деформации определяется [7]:

$$E_0 = \frac{\omega b(1-\mu^2)\Delta p}{\Delta s},$$

где  $\omega$  – коэффициент, принимаемый 0,965 для жесткого штампа 0,5х0,4м.

$b$  – меньшая сторона штампа, м

$\Delta p$  – разность давлений под штампом, кПа

$\Delta s$  – разность осадок штампа.

Модуль упругости определяется аналогично модулю деформации с тем отличием, что разность осадок принимается по ветви разгрузки.

Первая серия экспериментов проводилась только для слоя песка с целью определения его модулей деформации и упругости. Далее слой песка разрыхлялся, уплотнялся до аналогичной степени уплотнения и отсыпался слой щебня толщиной 0,2м и также уплотнялся.

Вторая серия экспериментов проводилась для неармированной конструкции. Определялся прогиб и вычислялись деформационные характеристики. Диаграмма деформирования представлена на рисунке 2.

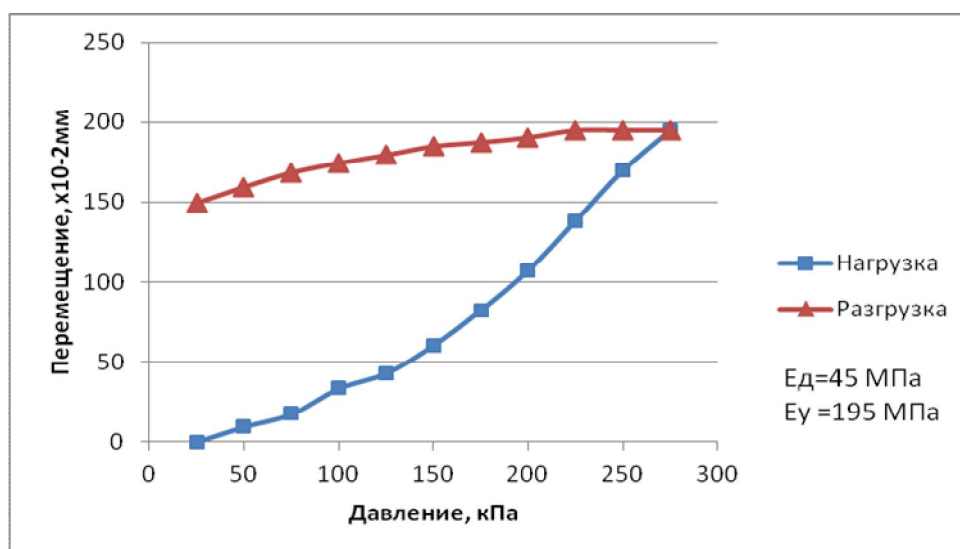


Рис. 2. Диаграмма нагружения системы «щебень+песок» фракции 40-70 мм без армирования

Третья серия испытаний проводилась для армированных конструкций. При этом наблюдается качественное отличие диаграмм деформирования армированных конструкций. Так для основания с фракцией щебня 20-40мм и ячейкой армирования 50х50мм (рис.3.) наблюдается петля гистерезиса с практически линейной зависимостью «деформации-нагрузка» на участке загрузки 15-50кН. Такой характер деформирования свидетельствует о включении в работу стальной сетки, для которой характерна работа в упругой стадии.

Для конструкций с фракцией щебня 40-70мм и соответствующим армированием си-

туация не так однозначна, общим для этих конструкций можно выделить повышение деформативных характеристик. Наиболее характерна работа конструкции с ячейкой армирования 75х75мм (рис. 4.), близкой к оптимальной. Для ветви нагрузки характерна линейная зависимость, что обуславливается влиянием стальной сетки. Разность осадок по ветви разгрузки существенно меньше неармированного аналога, что является следствием увеличившегося модуля упругости.

Результаты испытаний представлены таблицами 1 и 2.

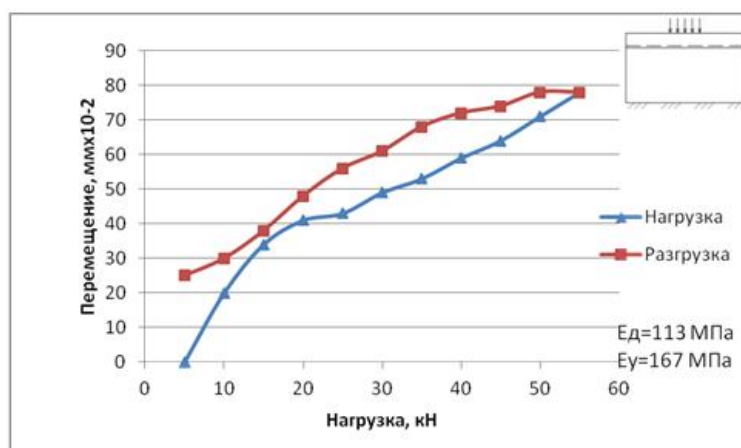


Рис. 3. Диаграмма нагружения системы «щебень + песок» фракции 20-40 мм с армированием сеткой 50х50мм

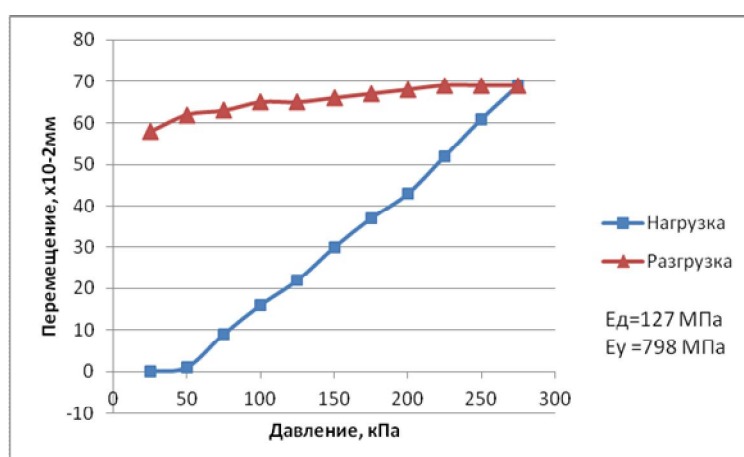


Рис. 4. Диаграмма второго нагружения системы «щебень + песок» фракции 40-70 мм с армированием 75х75мм

Таблица 1 – Сводная таблица результатов испытания конструкции с фракцией щебня 20 - 40мм

Вид испытания	Номер загрузки	Максимальный прогиб системы, мм	Модуль деформации, МПа	Модуль упругости, МПа	Среднее значение прогиба, мм	Среднее значение модуля деформации, мм	Эффект армирования по прогибу, %	Эффект армирования по модулю деформации, %
Песок	1	0.98	89	187	0.935	93.5	-	-
Песок	2	0.89	98	187				
Щебень+песок	1	2.03	43	63	1.615	58	-	-
Щебень+песок	2	1.2	73	114				
Щебень+ песок+ армирование	1	0.78	113	166	0.76	116	52.9	100
Щебень+ песок+ армирование	2	0.76	116	166				
Щебень+ песок+ армирование	3	0.74	119	163				

## СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Таблица 2 - Сводная таблица результатов испытания конструкции с фракцией щебня 40-70мм

Вид испытания	Загрузка	Максимальный прогиб системы, мм	Модуль деформации, МПа	Модуль упругости, МПа	Среднее значение прогиба, мм	Среднее значение модуля деформации, мм	Эффект армирования по прогибу, %	Эффект армирования по модулю деформации, %
Песок	1	0.67	131	214	0.655	134	-	-
Песок	2	0.64	137	209				
Щебень + песок	1	1.95	45	195	1.69	55.7	-	-
Щебень + песок	2	1.13	78	199				
Щебень + песок	1	1.99	44	133				
Щебень + песок + армирование 50x50	1	1.72	51	176	1.355	70	19.8	25.7
Щебень + песок + армирование 50x50	2	0.99	89	169				
Щебень + песок + армирование 100x100	1	1.11	79	214	0.97	92.5	42.6	66.2
Щебень + песок + армирование 100x100	2	0.83	106	338				
Щебень + песок + армирование 75x75	1	1	88	575	0.845	107.5	50.0	93.1
Щебень + песок + армирование 75x75	2	0.69	127	798				

Эффект армирования по прогибу:

$$e = \left(1 - \frac{w_2}{w_1}\right) \cdot 100\%,$$

где  $w_1$  – максимальный прогиб неармированной системы,

$w_2$  – максимальный прогиб армированной системы.

Эффект армирования по модулю деформации:

$$e = \left(\frac{E_2}{E_1} - 1\right) \cdot 100\%,$$

где  $E_1$  – максимальный прогиб неармированной системы,  $E_2$  – максимальный прогиб армированной системы.

### Выводы

Исходя из проведенных экспериментов были выявлены закономерности деформирования дорожной конструкции. Для фракции щебня верхнего слоя 20-40 мм и соответствующей ячейке армирования 50x50мм очевидно практически линейное деформирование в диапазоне нагрузки 15-55 кН с характерной петлей гистерезиса по ветви разгрузки.

Для фракции щебня верхнего слоя 40-70мм и ячейкам армирования 50х50мм, 75х75мм и 100х100 мм характерно значительное повышение модуля упругости в особенности для ячейки 75х75 мм. Максимальный эффект армирования по прогибу составляет 50 %, что соответствует коэффициенту усиления 1.5 [1]. Таким образом, эффективность армирования зернистых слоев дорожных одежд стальными геосетками значительно выше их полимерных аналогов.

### Библиографический список

1. Матвеев С. А., Сиротюк В. В. Использование геосинтетических материалов для армирования дорожных конструкций. Ханты-Мансийск, 2010. – 474 с.
2. Матвеев С. А., Литвинов Н. Н. Решение плоской задачи для армированной многослойной дорожной одежды // Вестник СибАДИ – 2012. - № 1 (23). - С. 44-46.
3. Матвеев С. А. Расчет многослойной дорожной конструкции с ортотропными слоями // Вестник СибАДИ – 2012. - № 2 (24). - С. 52-57.
4. Матвеев С. А. Моделирование и расчет многослойной армированной плиты на упругом основании // Строительная механика и расчет сооружений. – 2012. - № 3. - С. 29-34.
5. ОДМ 218.5-002-2008 " Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов "
6. СТО 30478650-001-2012. «Георешетка армирования РД».
7. ГОСТ 20276-85. «Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости.»

## DETERMINATION OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF THE CRUSHED-STONE-SAND BASIS REINFORCED BY A STEEL GEOGRID

S. A. Matveev, N. N. Litvinov

In this study we tested punching base of gravel and sand, reinforced with steel mesh. Obtained deformation characteristics grounds the established effectiveness of reinforcement and the regularities of deformation of reinforced crushed stone and sand structures.

**Keywords:** steel geogrid base, elastic modulus, the efficiency of reinforcement.

### Bibliographic list

1. Matveev S. A., Sirotyuk V. V. The use of geosynthetics for the reinforcement of road constructions. Hanty-Mansiisk, 2010 – 474s.
2. Matveev S. A., Litvinov N. N. The solution of the plane multi-layer reinforced pavement // Vestnik SibADI. – 2012. - № 1 (23). P. 44-46.
3. Matveev S. A. Calculation of road construction with multi-layer orthotropic layers// Vestnik SibADI. - 2012. - № 2 (24). - P. 52-57.
4. Matveev S. A. Modeling and calculation of multilayer reinforced plate on elastic foundation // Structural Mechanics and pavement structures. – 2012. - № 3. - P. 29-34.
5. ODM 218.5-002-2008 Guidelines application of polymer geogrids for enhancement layer road clothes granular materials.
6. STO 30478650-001-2012 "Reinforced geogrid RD"
7. GOST 20276-85. « Soils. Field methods for determining deformation characteristics».

*Матвеев Сергей Александрович – доктор техн. наук профессор, декан ф-та АДМ СибАДИ. Основные направления научной деятельности: прочностные расчеты многослойных дорожных конструкций, расчеты мостовых и дорожных конструкций методами строительной механики и теории упругости. Общее количество опубликованных работ: 130.*

*Литвинов Н. Н. – Аспирант Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ).*

УДК 624.05

## МЕТОДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Ю. Е. Пономаренко, Е. В. Ступаченко

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу основных понятий научно-технического прогнозирования. Рассмотрены основные методики прогнозирования инженерно-технических решений.

**Ключевые слова:** метод, прогнозирование, тенденция, строительные машины.

### Введение

Современной тенденцией использования строительных машин является их универсальность и многофункциональность [1,2]. Это позволяет как уменьшить затраты на приобретение такого оборудования и сократить фонд заработной платы, так и снизить потребность в кадрах, дефицит которых в настоящее время испытывают строительные организации. Однако недостаточная информированность специалистов в строительной области об отечественных и зарубежных достижениях предлагаемого оборудования приводит к неоправданным затратам времени и средств. Также следует отметить и языковые проблемы (полисемия, контекстуальная взаимозависимость слов), что ведет к недопониманию и недоразумениям, для устранения которых необходимо применение аспектного принципа классифицирования, что даст возможность строить классификационное поле любого объекта, любого понятия. В связи с этим вопросы научно обоснованного прогнозирования тенденций развития основных параметров строительных машин на основе имеющейся информации становятся достаточно актуальными.

### Основные термины

Научно-техническое прогнозирование представляет собой комплексную вероятностную оценку содержания, направлений и объемов будущего развития науки и техники в той или иной области.

Основная функция научно-технического прогнозирования заключается в поиске наиболее эффективных путей развития исследуемых объектов на основе всестороннего ретроспективного анализа и изучения тенденций их изменения.

Объект прогнозирования – совокупность относительно самостоятельных научно-технических и технологических процессов (тенденций развития), обладающих некоторой устойчивостью, достаточной для предложения о продолжении их существования в будущем.

Предмет прогнозирования – научно-технические и технологические тенденции, выделяемые субъектом прогнозирования в зависимости от целей и задач исследования. В предмет прогнозирования входят типы прогнозируемых объектов и существенные связи между ними.

Метод прогнозирования – совокупность приемов и способов предметной деятельности субъекта прогнозирования, позволяющих на основе анализа ретроспективных данных, экзогенных и эндогенных связей объекта прогнозирования, а также их измерений в рамках

рассматриваемого явления или процесса вывести некоторые итоговые суждения определенной достоверности относительно будущего развития исследуемого объекта.

Цель и главная задача анализа объектов прогнозирования является разработка прогнозной модели.

Этап прогнозирования – часть процесса разработки прогнозов, характеризующаяся своими задачами, методами и результатами. Деление на этапы связано со спецификой построения систематизированного описания объекта прогнозирования, сбора данных, с построением модели, верификацией прогноза [3].

Поисковый прогноз – прогноз, содержанием которого является определение возможных состояний объекта прогнозирования в будущем или вероятных сроков для достижения намеченных целей.

Нормативный прогноз – прогноз, содержанием которого является определение путей и средств, необходимых для достижения возможных состояний объекта прогнозирования, определенных как цели [4].

### Обзор методов прогнозирования.

Каждый прогноз возникает в результате многоступенчатого процесса получения необходимой информации, ее переработки с помощью специальных приемов и оценки достоверности полученных результатов. Совокупность этих трех элементов и характеризует конкретный метод разработки научно-технического прогноза. Оттого, какие конкретные данные необходимы для разработки прогноза, зависят выбор носителей информации, способ ее получения, процедура выполнения специальных расчетов с целью объективной оценки перспектив развития исследуемого объекта.

Современная отечественная и зарубежная практика насчитывает более 220 различных методов и методик прогнозирования. Однако все многообразие методических приемов научно-технического прогнозирования условно сводят к трем основным методам: экстраполяции, экспертных оценок и моделирования.

Сущность *методов экстраполяции* состоит в том, что, анализируя изменение отдельных параметров разрабатываемых продуктов в прошлом и исследуя факторы, обуславливающие эти изменения, можно сделать выводы о закономерностях развития и путях совершенствования техники в будущем (работы А. А. Френкеля, И. П. Керова). В научно-техническом прогнозировании принято выделять два вида задач, решаемых методами экстраполяции: задачи динамического и

статического анализа. В динамической задаче главным и единственным фактором развития выступает фактор времени. В этом случае прогноз развития научного направления или вида техники составляется на основе тщательного анализа временных рядов, отражающих изменение того или иного прогнозируемого параметра во времени. Например, анализируется изменение во времени таких параметров, как мощность, скорость, надежность, весовые и габаритные характеристики и пр. Динамическая задача прогнозирования предполагает наличие эволюционных процессов в развитии прогнозируемых процессов с однонаправленным изменением основных параметров. В этом случае прогноз изменения параметров объекта в будущем строится по аналогии с ретроспективной практикой его развития.

Чаще всего для прогнозирования технических параметров используются функции вида:

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 t,$$

где  $\hat{y}_t$  - прогнозируемый параметр;  
 $b_0$  и  $b_1$  - расчетные коэффициенты аппроксимирующей функции;  
 $t$  - год в прогнозируемом периоде.

В аналитическом выражении развития прогнозируемого объекта (параметра) фактор времени рассматривается как независимая переменная, а значения параметров выступают как функции этой переменной. Однако состояние техники и соответствующее изменение прогнозируемых параметров зависят от того, какие факторы, в каком направлении и с какой интенсивностью влияли на их развитие.

Изменение параметра во времени выступает как результат действия многих факторов. Поэтому в процессе разработки прогноза исследуют зависимости главных прогнозируемых параметров от факторов, влияющих на их развитие. Статистическое прогнозирование параметров по факторам, влияющим на их развитие, называют *экстраполяцией* зависимых переменных. Оно осуществляется на основе методов корреляционного и регрессионного анализа. Примером экстраполяции параметров проектируемой техники методами корреляционного и регрессионного анализа является прогнозирование значений трудоемкости разработки машин и агрегатов по совокупности конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов.

Экстраполяция тенденций предполагает сходство условий, функций и принципов действия прогнозируемых объектов в прошлом и будущем. Быстрая смена, изменение принципов действия создаваемой техники оказывают большее влияние на качество прогнозов. Для прогнозирования быстро эволюционирующих процессов и объектов применяется метод экстраполяции переменных по огибающим кривым. Содержание этого метода заключается в построении огибающей кривой, приближенно отражающей общую тенденцию изменения прогнозируемого параметра по данным, характерным для различных поколений объектов одного функционального назначения. Прогнозирование по огибающей кривой сводится к экстраполяции точечных или интервальных значений параметра на тот или иной период.

Классификация методов экстраполяции приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Классификация методов экстраполяции

Данный метод позволяет работать с «неизвестными» на основании полученных знаний, предполагает работу с «будущим», исходя из достоверной информации о прошлом и настоящем. Основаниями служат объективные факторы прошлых лет и настоящего

времени, которые оказались наиболее влияющими на эти показатели.

Для обоснования прогноза по методу экстраполяции необходимо доказать: что закон (тенденция), найденный на известном промежутке, не изменится и вне его в определенных границах; что сами параметры качественно не

изменяться. Для доказательства обычно используют в качестве предпосылки инерционность прогнозируемой системы. Считают, что в сложных системах изменения происходят сравнительно медленно, поэтому можно ожидать, что ошибки экстраполяции за малые отрезки времени будут незначительными. Кроме того, при экстраполяции системы взаимосвязанных параметров есть возможность оценить чувствительность конечных данных к равным по масштабу изменениям различных параметров. На основании полученных таким образом сведений формулируются прогнозные рекомендации по управлению процессом развития [5].

Однако, методы экстраполяции имеют ряд существенных недостатков:

- 1) правомерность положенного в его основу переноса;
- 2) невозможность учета неожиданных факторов влияния;
- 3) этот метод неприменим при использовании источников информации, не содержащих числовых параметров (например, патенты) [6].

*Метод экспертных оценок* основан на выяснении мнения экспертов по тем или иным вопросам, относящимся к проблеме прогнозирования. В зависимости от формы работы с экспертами различают индивидуальные и коллективные методы экспертизы. Индивидуальные методы экспертизы предусматривают персональную работу с каждым экспертом и получение частного, предварительного, не согласованного с другими мнения эксперта. Форма получения экспертных оценок может быть различной. Чаще всего эксперты опрашиваются заочно, путем заблаговременной пересылки им подготовленных анкет (аналитические экспертные оценки). В этом случае индивидуальные экспертные оценки носят аналитический характер, так как эксперт имеет возможность получить и проанализировать всю необходимую информацию об опыте развития прогнозируемого объекта.

В процедуре экспертных оценок выделяют следующие этапы:

- формулирование целей и задач экспертного опроса;
- формирование экспертной группы;
- выбор методов оценки и учета компетентности экспертов;
- формирование анкеты экспертной группы;
- разработка методики обработки и представления результатов экспертного опроса.

Классификация методов экспертных оценок приведена на рисунке 2.

Среди методов индивидуальной экспертной оценки особого внимания заслуживает метод

морфологического анализа. Он основан на расчленении проблемы на «цели» прогнозирования, каждой из которых присваивают определенный «вес». Расчленение проводят до тех пор, пока не станет возможным конкретное решение задач, вытекающих из целей прогнозирования. По этому же принципу (расчленения) построены система ПАТТЕРН, метод горизонтальных и вертикальных матричных решений, метод швейцарского астронома Цвиги и др. [7]. Слабым звеном в методе морфологического анализа является определение веса целей. До сих пор для оценки их веса использовали метод Делфи и, следовательно, включали присущие этому методу недостатки.

Содержание разнообразных методов коллективных экспертных оценок сводится главным образом к тому, чтобы использовать все достоинства групповой экспертизы, сведя к минимуму ее недостатки. Осуществляется это прежде всего путем создания условий, благоприятствующих формированию объективных оценок. Одной из попыток создания таких условий является метод «мозговой атаки». Сущность этой процедуры заключается в том, что работа группы экспертов распадается на два этапа: на первом генерируются идеи, новые решения, на втором производится практическая оценка полученной информации и отбор рациональных решений. Эффективность оценивается по числу новых идей, выявленных в процессе обсуждения проблемы.

Его разновидностями являются метод мозговых атак, метод ассоциаций, метод «проб и ошибок», метод сценария событий, метод целей, метод сейсмических оценок Гардона и др. Широкое распространение получила модификация, называемая методом Делфи, в которой предложен интересный способ обработки результатов опроса, базирующийся на корректировании «опозиционных мнений» экспертов. Процедура метода Делфи предусматривает полную изоляцию экспертов и анонимность их мнений. Опрос производится в форме анкет для выяснения относительной важности и сроков свершения ожидаемых событий в прогнозируемой области. Групповое решение принимается не по мнению большинства, а на основе статистической обработки индивидуальных оценок с учетом степени согласованности мнений экспертов, которая характеризуется относительной величиной размаха индивидуальных оценок. Вместе с тем выяснилось, что метод Делфи фактически неприменим для анализа массовых изобретений (патенты) [8].





Рис. 2. Классификация методов экспертных оценок

Самый существенный недостаток данного метода – невозможность полного исключения субъективизма в оценках. Проблему представляет также отбор экспертов, связанный с необходимостью объективной оценки компетентности экспертов. Кроме того, многоэтапный экспертный опрос с последующей статистической обработкой результатов – достаточно сложная и трудоемкая задача. Еще одним недостатком является дискретный характер выходной прогнозной информации.

Метод моделирования основан на целесобразном абстрагировании при исследовании процесса развития события в будущем, т. е. на определении перспектив на основе адекватных моделей развития. Различают следующие разновидности этого метода: логические, ис-

торические аналогии, информационные и математические модели, аналогии, игры и т. д. Логическое моделирование включает тщательное изучение внутренней логики развития прогнозируемого объекта и разработку на этой основе соответствующих исторических моделей-образцов. Исторические аналогии используются затем при решении конкретных ситуаций и задач развития прогнозируемого объекта. Практический интерес представляют методы построения различных информационных моделей. Математическое моделирование является наиболее общим и вместе с тем достаточно строгим методом прогнозирования [6]. Классификация методов моделирования приведена на рисунке 3.

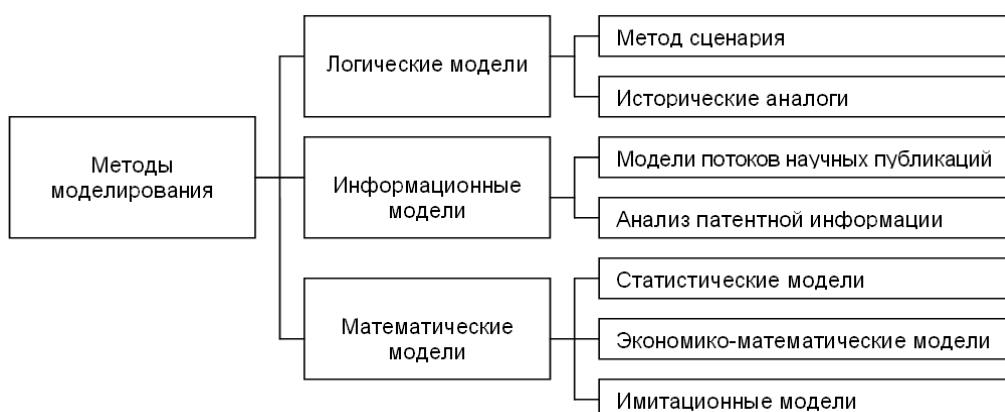


Рис. 3. Классификация методов моделирования

### Заключение

Проведенный обзор методов научно-технического прогнозирования позволяет сделать следующие выводы:

1) Разделение перечисленных методов прогнозирования условно, в связи с тем, что на практике эти способы взаимно перекрещиваются и дополняют друг друга, так: прогнозная оценка обязательно включает в себя эле-

менты экстраполяции и моделирования; процесс экстраполяции невозможен без элементов оценки и моделирования; моделирование подразумевает предварительную оценку и экстраполирование. При прогнозировании объекта часто прогнозируют не один, а несколько его показателей. При этом прогноз развития одного показателя можно выполнять

одним методом, а другого показателя – другим методом, т.е. используются сочетания методов.

2) Целесообразно при составлении дальнейшей методики прогнозирования осуществить:

- предпрогнозное ориентирование (определение объекта, предмета, проблемы, цели, задач, времени упреждения, рабочих гипотез, методов, структуры, организации исследования);

- сбор данных прогнозного фона (т.е. влияющих на развитие объекта по непрофильным, смежным отраслям прогнозирования);

- построение исходной (базовой) модели (т.е. системы показателей, параметров, отображающая характер и структуру объекта);

- поисковый прогноз (проекция в будущее исходной модели по наблюдаемой тенденции с учетом факторов прогнозного фона; цель – выявление подлежащих решению перспективных проблем);

- нормативный прогноз (проекция исходной модели в будущее в соответствии с заданными целями и нормами по заданным критериям);

- оценка степени достоверности и уточнение прогнозистических моделей;

- выработать рекомендации.

### Библиографический список

1. Пономаренко, Ю. Е. Тенденции развития оборудования для погружения свай методом вдавливания / Ю. Е. Пономаренко, А. С. Нестеров, Е. В. Ступаченко // Строительные и дорожные машины. – 2011. – №5. – С. 22-28.

2. Керов, И. П. Основные тенденции развития строительных и дорожных машин / И. П. Керов, Р. А. Янсон, А. Б. Агапов // Строительные и дорожные машины, 2008.- № 6. - С. 9-16.

3. Лисичкин В. А. Теория и практика прогнозистики. – М.: Наука, 1972.

4. Скорняков, Э. П. Прогнозы и прогнозные оценки на основе патентных исследований / Э. П. Скорняков, М. Э. Горбунова. – 2-е изд., пересмотр. – М.: ПАТЕНТ, 2007. – 85 с.

5. Производственный менеджмент: учебник / под ред. В. А. Козловского - М.:ИНФРА-М,2003.-574с.

6. Гмошинский В. Г. Инженерное прогнозирование технологии строительства. – М.: Стройиздат, 1988. – 296 с.

7. Гвишнани, Д. М. Прогностика / Д. М. Гвишнани, В. А. Лисичкин. - М.: Знание», 1968.

8. Добров Г. М. Технология прогнозов и анализ метода Делфи // Анализ тенденций и прогнозирование научно-технического прогресса. Киев, «Наука думка», 1967.

## METHODS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY FORECASTING

Yu. Ye. Ponomarenko, E. V. Stupachenko

The article deals with the equipment and methods for predicting the main parameters of construction machines and equipment.

**Keywords:** method, forecasting, trend, building machines.

*Пономаренко Юрий Евгеньевич – заведующий кафедрой «Инженерная геология, основания и фундаменты», доктор технических наук, советник ректора Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – Совершенствование технологии и средств механизации для устройства прогрессивных конструкций оснований и фундаментов. Имеет более 130 опубликованных работ и 30 изобретений. E-mail nis@sibadi.org.*

*Ступаченко Евгения Владимировна – аспирантка по специальности 05.05.04, инженер по патентной и изобретательской работе Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - Прогнозирование тенденций развития конструкций машин для устройства свайных фундаментов. Имеет 12 опубликованных работ. E-mail: shadow-evg@yandex.ru.*

### Bibliographic list

1. Ponomarenko, Yu. Ye. Trends and elaboration equipment for piling by pushing / Yu. Ye. Ponomarenko, An. Se. Nesterov, Ev. Vi. Stupachenko // Building and road machines. - 2011. - № 5. - P. 22-28.

2. Kerov, I. P. The main trends in the development of construction and road machines / I.P. Kerov, R. A. Janson, A. B. Agapov // Building and road machines, 2008. - № 6. - P. 9-16.

3. Lisichkin V. A. Theory and practice of prognostication. – M.: Nauka, 1972.

4. Skorniakov, E. P. Projections and forecasts based on the research of patent / E. P. Skorniakov, M. E. Gorbunova. - 2nd ed., the revision. – M.: PATENT, 2007. – 85 P.

5. Production management: manual / ed. V.A. Kozlowski - Moscow: INFRA-M, 2003.-574 p.

6. Gmoshinsky V. G. Engineering prediction of construction technology. - M. Stroyizdat, 1988. - 296 p.

7. Gvishniani, D. M. Prognostics / D. M. Gvishniani, V. A. Lisichkin. – M.: The knowledge, 1968.

8. Dobroff G. M. Technology forecasting and analysis methods of Delphi // trend analysis and forecasting of scientific and technical progress. Cues, "Science Dumka", 1967.

УДК 69.034.96

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ГРУНТОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ ПРИ РАДИАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ С ПОСТОЯННЫМ УРОВНЕМ

В. И. Сологаев, И. В. Крестьяникова

**Аннотация.** Предложена методика моделирования методом электронных таблиц фильтрационных параметров грунтов мелиорируемых территорий городов и сельскохозяйственных угодий при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем.

**Ключевые слова:** метод электронных таблиц, фильтрационные параметры, грунты мелиорируемых территорий, строительство дорог, радиальная фильтрация воды.

### Введение

В настоящее время наиболее актуальной является задача, направленная на получение информации об изменении уровня грунтовых вод с целью дальнейшего проектирования защиты от подтопления.

Для получения данной информации в ходе инженерных изысканий определяют фильтрационные параметры грунтов, в частности, в дорожном строительстве или при мелиорации земель: коэффициент фильтрации  $k$ , коэффициент водоотдачи  $\mu_e$  и коэффициент недостатка насыщения  $\mu_n$ .

В данной статье предложена методика моделирования методом электронных таблиц фильтрационных параметров грунтов при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем.

### Основные положения

В гидрогеодинамике подземных вод выделяют два типа фильтрационных задач: прямые и обратные.

Прямые задачи – задачи, цель которых определение количественных значений динамических функций потока подземных вод при известных значениях параметров геофильтрационной среды и краевых условий [1].

Обратные фильтрационные задачи можно разделить на три группы:

- 1) граничные задачи;
- 2) индуктивные задачи;
- 3) инверсные задачи.

В граничных задачах искомыми являются неизвестные значения уровней и расхода потока на его границах ( $H_{гр}$ ,  $Q_{гр}$ ), а параметры среды, начальные условия и динамические функции  $H$  или  $Q$  в пределах исследуемой площади считаются известными [1].

Индуктивными называют задачи, цель которых – установление вида и форм связи ме-

жду динамическими функциями ( $H$ ,  $Q$ ) и определяющими их изменение факторами [1].

Обратные инверсные задачи предназначены для определения фильтрационных параметров, таких как: коэффициенты фильтрации  $k$ , коэффициент водоотдачи  $\mu_e$  и коэффициент недостатка насыщения  $\mu_n$ . При решении подобных задач известными величинами являются напоры, уровни и расходы подземных вод, то есть то, что, наоборот, подлжет определению в прямых задачах [3].

Проблеме решения прямой задачи при радиальной в плане фильтрации воды с постоянным уровнем посвящена статья Сологаева В. И., Золотарева Н. В. «О моделировании методом электронных таблиц подтопления и дренирования территорий антропогенных ландшафтов при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем» [2].

Целью данного исследования было решение так называемой обратной инверсной задачи, направленной на определение коэффициентов фильтрации  $k_f$  и водоотдачи  $\mu_e$  при радиальной в плане фильтрации воды с постоянным уровнем.

В начале, прослеживается ряд аналогий между двумя проведенными опытными наблюдениями. Однако, отдельные моменты и конечные цели этих экспериментов все-таки различны.

Опытное исследование проводилось в июле 2010 года. Местом проведения эксперимента был правый берег реки Иртыш в районе затона Зелёного острова города Омска. Погода была ясная, солнечная. Температура речной воды составила +28 °С, наружного воздуха +23 °С.

Физическая модель представляла собой скважину радиусом  $r = 4$  см и высотой 12 см, выполненную из полиэтилена с водоприём-

ными отверстиями, диаметром около 0,5 мм, расположенными в шахматном порядке. Шаг отверстий составил 1 см.

Внешний контур физической модели радиусом  $R = 20$  см был создан с помощью полосы из ватмана, шириной 12 см, длиной 1,6 метра. Защита от размокания ватмана была обеспечена с помощью прозрачного полимерного скотча. На полосе ватмана была нанесена водомерная линейка [2].

Абсолютный водоупор в физической модели был достигнут посредством использования полиэтиленовой емкости. Поверхность, на которую устанавливалась емкость, была

спланирована горизонтальной с помощью линейки-уровнемера.

В самом начале данного исследования был проведен опыт по наливу воды в скважину (рис. 1.).

Экспериментальная физическая модель представлена на рисунке 2.

Уровень воды  $H_0 = 9$  см поддерживался постоянным на протяжении всего эксперимента. Опытное измеренное время достижения круглым в плане языком подтопления наружной границы модели радиусом  $R = 20$  см составило  $t = 72$  с.

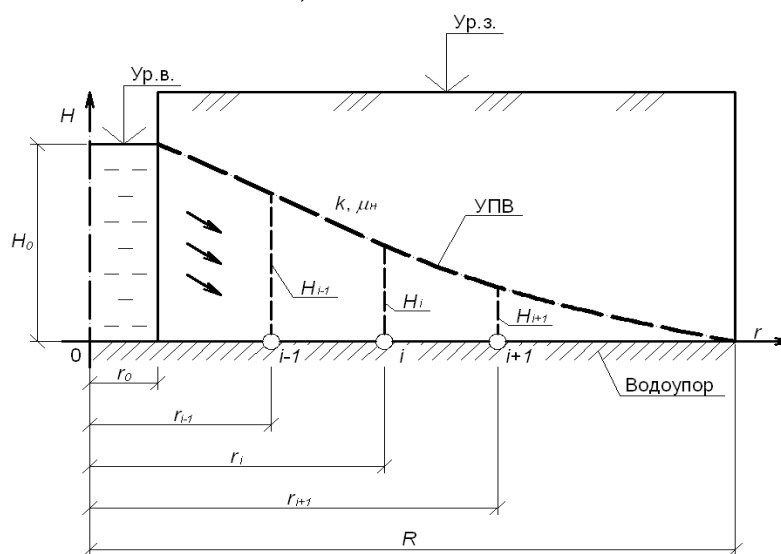


Рис. 1. Схема радиальной в плане безнапорной фильтрации воды (случай подтопления из источника с постоянным уровнем)



Рис. 2. Полевой опыт: подготовка физической модели из песка

Далее, с помощью физической модели, был определен коэффициент фильтрации  $k_f$  способом восстановления уровня воды в скважине по формуле Дюпюи

$$k = 864 \cdot \frac{Q_i \cdot \ln(R/r_0)}{\pi \cdot (H_e^2 - H_{\text{СКВ}}^2)};$$

$$Q_i = \frac{V_i}{\Delta t_i} = \frac{\omega_{\text{СКВ}} \cdot \Delta H_i}{\Delta t_i}; \quad (1)$$

$$H_{\text{СКВ}} = H_0 + DH/2;$$

$$\omega_{\text{СКВ}} = \pi \cdot r_0^2,$$

где 864 – коэффициент перевода из см/с в м/сут;  $Q_i$  – расход воды, приходящий в скважину за интервал времени  $\Delta t_i$ , см<sup>3</sup>/с;  $\Delta t_i$  – время подъёма уровня воды в скважине на высоту  $DH$ , с;  $V_i$  – объём, накопившейся в стволе скважины, воды за время  $\Delta t_i$ ;  $\omega_{скв}$  – площадь поперечного сечения скважины, см<sup>2</sup>.

С помощью данных формул были обработаны результаты четырёх опытов по восстановлению уровня воды в скважине, находящейся в центре круглой в плане области фильтрации из песка с постоянным напором  $H_e$  на контуре питания радиусом  $R$ .

Среднее значение коэффициента фильтрации песка составило  $k = 88,44$  м/сут = 0,1023 см/с при температуре 28°C.

Среднее значение коэффициента фильтрации, определенное по формуле Хазена [4] составило  $k = 57,4$  м/сут = 0,066 см/с при температуре 10°C.

Недостаток насыщения песка был определен способом насыщения водой образца грунта с известным объемом 1000 см<sup>3</sup> по следующей формуле

$$\mu_n = \frac{m_2 - m_1}{\rho \cdot V}, \quad (2)$$

где  $m_1$  – масса ёмкости с сухим песком, гр;  $m_2$  – масса ёмкости с полностью водонасыщенным песком, гр;  $V$  – объём песка, см<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность воды, гр/см<sup>3</sup>.

Песок в измерительной ёмкости медленно насыщали водой с её подачей снизу с помощью специальной трубки-воронки [2] (рис. 3). Таким образом, было получено следующее значение коэффициента недостатка насыщения

$$\mu_n = \frac{1960 - 1600}{1 \cdot 1000} = 0,36.$$

Коэффициент водоотдачи определен по формуле

$$\mu_v = \frac{m_{\text{водонас.}} - m_{\text{осуш.}}}{\rho \cdot V_{\text{гр}}}, \quad (3)$$

где  $m_{\text{водонас.}}$  – масса водонасыщенного песка, гр;  $m_{\text{осуш.}}$  – масса просушенного песка, гр;  $V$  – объём песка, см<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность воды, гр/см<sup>3</sup>.

$$\mu_v = \frac{1960 - 1900}{1000} = 0,006.$$

По найденным фильтрационным параметрам  $k$  и  $\mu_n$  вычислено теоретическое значение языка подтопления  $R$  по гидравлически точной формуле В. И. Сологаева [3]

$$\tau = \frac{k \cdot H \cdot t}{\mu \cdot r_0^2} = \frac{0,1023 \cdot 9 \cdot 72}{0,36 \cdot 4^2} = 11,51;$$

$$R = r_0 \cdot \left[ 1 + (1,51 - 0,046 \cdot \ln(\tau)) \cdot \sqrt{\tau} \right] = \quad (4)$$

$$= 4 \cdot \left[ 1 + (1,51 - 0,046 \cdot \ln(11,51)) \cdot \sqrt{11,51} \right] =$$

$$= 22,96 \text{ см.}$$

Расхождение экспериментального и теоретического значений  $R$ , измеряемого в см, составило

$$\frac{22,96 - 20}{20} \cdot 100\% = 14,8\%.$$

Для моделирования фильтрационных параметров была использована формула моделирования, впервые представленная в статье [2]

$$H_i^{S+1} = H_i^S + \frac{4 \cdot k \cdot Dt}{\mu \cdot [(r_{i+1} + r_i)^2 - (r_i + r_{i-1})^2]} \cdot \left[ \frac{(H_{i-1}^S)^2 - (H_i^S)^2}{\ln(r_i/r_{i-1})} + \frac{(H_{i+1}^S)^2 - (H_i^S)^2}{\ln(r_{i+1}/r_i)} \right]. \quad (5)$$



Рис. 3. Полевой опыт: определение массы сухого и влажного песка

В качестве электронных таблиц были использованы таблицы MS Excel 2007.

Особенности компьютерного моделирования нестационарной радиальной в плане фильтрации воды подробно изложены в [3].

Первоначально был задан шаг пространственных узлов модели  $Dr_{\min} = 5$  см. Поэтому максимальный шаг времени модели по [3] был определен как

$$Dt = \frac{\mu_{\min} \cdot (Dr_{\min})^2}{2 \cdot k_{\max} \cdot H_{\max}} = \quad (6)$$

$$= \frac{0,36 \cdot (5)^2}{2 \cdot 0,1023 \cdot 9} = 4,88 \text{ с.}$$

Окончательно шаг времени был принят  $Dt = 4$  с. Это обеспечило устойчивость счёта модели. Расчётное время модели, кратное шагу времени, составило  $t = 72$  с, что совпало с временем опыта. Модель была собрана по рекомендациям [3]. Расчётная длина области фильтрации как и в статье [2] была принята 40 см (в 2 раза больше, чем физическая модель). Это позволило уменьшить влияние правой границы 1-го рода с постоянным нулевым напором [2].

С помощью методики, изложенной в [2, 3] и формулы (5) были построены модели языков подтопления при различных значениях фильтрационных параметров.

Результат моделирования фильтрационных параметров при нестационарной радиальной в плане фильтрации с помощью электронных таблиц и формулы (5) показан в виде семейства кривых на рисунке 4.

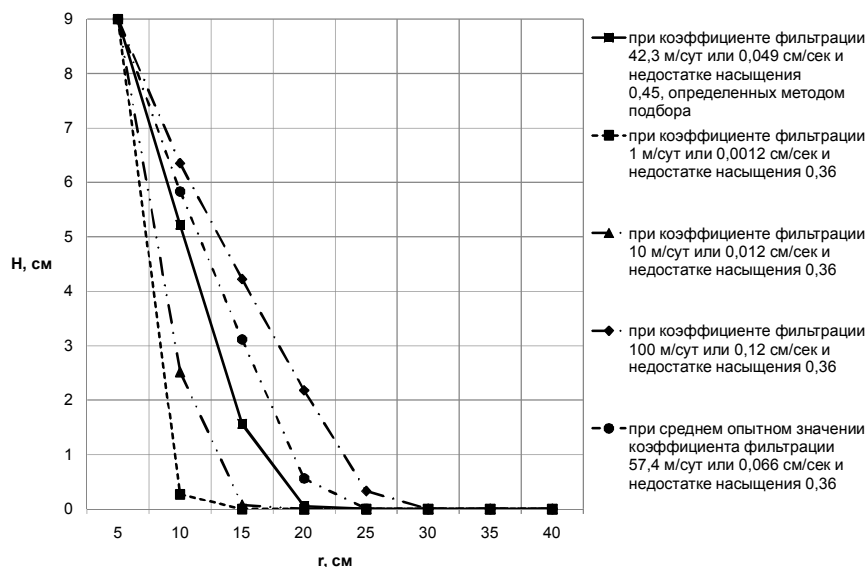


Рис. 4. Результат моделирования фильтрационных параметров с помощью электронных таблиц при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем

На графике 4 изображены кривые напоров ( $H$ ) при пяти различных значениях фильтрационных параметров, таких как коэффициенты фильтрации  $k$ , и коэффициенты недостатка насыщения  $\mu_n$ .

Сравнением вариантов, были определены коэффициент фильтрации песка  $k = 42,3$  м/сут или 0,049 см/сек и его коэффициент недостатка насыщения  $\mu_n = 0,45$ .

Расхождение средних значений фильтрационных параметров со значениями, полученных методом подбора составило: для коэффициента фильтрации, измеряемого в см/с

$$\frac{0,066 - 0,049}{0,066} \cdot 100\% = 25,7\%$$

для коэффициента недостатка насыщения, измеряемого в долях единицы

$$\frac{0,45 - 0,36}{0,36} \cdot 100\% = 25\%$$

Использование предложенной методики дает неточный результат. Расхождение же значений фильтрационных параметров, полученных методом подбора, с их средними

значениями, определенными в ходе эксперимента, можно связать с изменением температуры речной воды и оседанием песка в ходе опытного исследования.

#### Выводы

1. Предложена новая методика моделирования методом электронных таблиц фильтрационных параметров грунтов мелиорируемых территорий при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем.

2. Полученная методика позволяет определять фильтрационные параметры методом подбора с использованием электронных таблиц Excel.

3. Методика может быть применена для определения фильтрационных параметров при инженерных изысканиях в дорожном и мелиоративном строительстве.

4. Дальнейшее исследование может быть связано с уточнением технологии определения искомым значений фильтрационных параметров, а также с решением задач по определению фильтрационных параметров при радиальной фильтрации воды с переменным уровнем.

## Библиографический список

1. Гавич И. К. Гидрогеодинамика. – М.: Недра, 1988. – 349 с.
2. Сологаев В. И., Золотарев Н. В. Моделирование методом электронных таблиц подтопления и дренирования территорий антропогенных ландшафтов при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем // Вестник СибАДИ – № 4 (26) – С. 51-55.
3. Сологаев В. И. Фильтрационные расчеты и компьютерное моделирование при защите от подтопления в городском строительстве: Монография. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 416 с.
4. Справочное руководство гидрогеолога: В 2-х т. – Т. 2 / под ред. В. М. Максимова. – Л.: Недра, 1979. – 295 с.

### DETERMINATION OF FILTRATION PARAMETERS PRIMED WITH SIMULATIONS USING SPREADSHEETS AT RADIAL WATER FILTRATION WITH A CONSTANT LEVEL

V. I. Sologaev, I. V. Krestyanikova

Proposed a method using of spreadsheets modeling filtration parameters of the soil reclaimed territories of cities and farmland in the radial water filtration with a constant level.

**Keywords:** method of spreadsheets, filtration parameters, soil reclamation areas, construction of roads, radial water filtration.

УДК 625.731.2:624.138.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАБОЧЕГО СЛОЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Д. А. Разуваев

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы назначения расчетных характеристик грунтов рабочего слоя земляного полотна и их соответствия фактическим данным. Проведены штамповые исследования деформационных параметров стабилизированных и нестабилизированных грунтов. Результаты опытов сопоставлены с данными нормативных документов и лабораторных исследований. Определены актуальные задачи, решение которых направлено на повышение достоверности назначения расчетных параметров грунтов для отсыпки рабочего слоя земляного полотна.

**Ключевые слова:** земляное полотно, стабилизация грунтов, расчетные параметры, модуль упругости.

### Введение

Действующие нормы проектирования дорожных одежд, в частности ОДН 218.046-01 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа» [1] унифицируют грунтовые условия рабочего слоя земляного полотна до нескольких типов грунтов со среднестатистическими прочностными и деформационными характеристиками. При этом очевидно, что механические характеристики тех или иных типов грунтов,

## Bibliographic list

1. Gavich I. K. Hidrogeodinamika. – M.: Nedra, 1988. - 349 p.
2. Sologaev V. I., Zolotarev N. V. On the modeling method of spreadsheets flooding and drainage areas of anthropogenic landscapes in the radial water filtration with a constant level // Vestnik SibADI - №4 (26) - P. 51-55.
3. Sologaev V. I. Filtration calculations and computer simulations in the protection against flooding in urban construction: Monograph. – Omsk: SibADI Publishing House, 2002. - 416 p.
4. Reference guide hydrogeologist: In 2 vol. – Vol. 2 / ed. V. M. Maximov. – L.: Nedra, 1979. - 295 p.

*Сологаев Валерий Иванович - доктор технических наук, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований - защита от подтопления. Имеет 90 опубликованных работ. e-mail: sologaev@rol.ru*

*Крестьяникова Ирина Владимировна - аспирант кафедры сельскохозяйственного водоснабжения Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина. Основное направление научных исследований - защита от подтопления. Имеет 1 опубликованную работу. e-mail: krestyanikova@rambler.ru*

расположенных в различных регионах страны, существенно отличаются друг от друга ввиду происхождения и минералогического состава. Заложена в [1] возможность варьирования расчетной относительной влажностью не всегда дает положительные результаты в части достоверного назначения расчетных характеристик региональных грунтов, используемых для отсыпки земляного полотна (в т.ч. рабочего слоя). Ситуация осложняется в случае приме-

нения стабилизирующих добавок (различные полимерные ПАВ как отдельно, так и в комбинации с минеральными вяжущими) для укрепления грунтов верхней части рабочего слоя земляного полотна, поскольку данные о механических параметрах получаемых грунтовых смесей в действующей нормативной документации практически отсутствуют.

В рамках разработки региональной методики укрепления грунтов верхней части рабочего слоя земляного полотна, проводимой автором, возникает потребность в максимальном учете особенностей местных грунтовых условий, в том числе при стабилизации различными добавками. Необходимо максимально приблизить закладываемые в методику проектирования значения расчетных характеристик стабилизированных и нестабилизированных грунтов к фактическим данным (здесь и далее под фактическими подразумеваются данные, наиболее соответствующие реальным). В связи с этим возникает ряд задач, одна из которых связана с определением фактических параметров грунтов и сопоставлением полученных данных с данными нормативных документов и лабораторных исследований.

Определение фактических параметров грунтов рабочего слоя земляного полотна с требуемой степенью достоверности возможно только полевыми способами, причем максимально приближенными по параметрам нагружения к условиям работы конструкции. Данная работа посвящена исследованию модуля упругости грунтов и грунтовых материалов как основного параметра, используемого при расчете дорожных одежд по критерию упругого прогиба. В связи с этим в качестве основного принят штамповый способ испытания грунтов.

Для решения поставленной задачи проведена серия штамповых опытов на стабилизированном и нестабилизированном рабочем слое земляного полотна а/д «370 км а/д К-17р – Калиновка». Результаты опытов сопоставлены с данными нормативных документов и лабораторных исследований. Сформулированы актуальные задачи в части приближения расчетных деформационных характеристик грунтов к фактическим, полученным штамповым способом.

#### Проведение испытаний

Испытания стабилизированных и нестабилизированных грунтов рабочего слоя земляного полотна штампом проводились на специально сконструированной установке (рис. 1.). В состав установки вошло:

- круглый штамп площадью  $1000 \text{ см}^2$  (что в первом приближении соответствует расчетному отпечатку колеса автомобиля диаметром  $d=37 \text{ см}$ );
- домкрат и маслостанция с манометром для создания, поддержания и измерения расчетной нагрузки на штамп (рис. 1 а, б);
- прогибомеры для измерения осадок штампа;
- неподвижная рама для крепления прогибомеров;
- грузовая платформа в качестве упорной балки домкрата (рис. 1 в).

Конструкция установки обеспечивала:

- возможность нагружения штампа ступенями давления в  $0,1 \text{ МПа}$ ;
- центрированную передачу нагрузки на штамп;
- постоянство давления на каждой ступени нагружения.



Рис. 1. Установка для проведения штамповых испытаний стабилизированных и нестабилизированных грунтов: а – штамп с домкратом; б – маслостанция с манометром; в – грузовая платформа

Домкрат перед испытанием был предварительно оттарирован, насосная станция со шлангами – проверены на герметичность. Для обеспечения ровности поверхности грунта под штампом устраивалась подушка из маловлаж-

ного мелкого песка толщиной  $1 \text{ см}$ . Для достижения плотного контакта подошвы штампа с песчаной подушкой производилось не менее двух поворотов штампа вокруг его вертикальной оси, меняя направление поворота («при-



тирка»). После установки штампа проверялась горизонтальность его положения. Прогибомеры системы Аистова для измерения осадки штампа закреплялись на неподвижной жесткой раме (реперной системе). Отсчеты по прогибомерам на каждой ступени нагружения производились через каждые 15 мин в течение первого часа, 30 мин в течение второго часа и далее через 1 час до условной стабилизации деформации грунта. Штмп соединялся с прогибомером нитью из стальной проволоки диаметром 0,3 мм. Измерительная система обеспечивала измерение осадок с погрешностью не более 0,01 мм.

Нагрузка на штамп подавалась домкратом, который в свою очередь упирался в условно неподвижную балку. В качестве упора использовалась балка прицепного трала массой 22,5 т (рис. 1 в). Для испытания назначалось максимальное осевое усилие в 10 тс. Данное усилие достигалось без дополнительного пригруза трала. Нагрузка подавалась ступенями давлений  $\Delta p = 0,1$  МПа до расчетной нагрузки, со временем условной стабилизации 1 час и параметром условной стабилизации 0,1 мм согласно таблице 5.2 [2]. Расчетная нагрузка на дорожную одежду, согласно [1], составляет 0,6 МПа.

Для исключения дополнительных не учтенных в работе установки динамических воздействий, участок проведения испытаний исключался из работы путем организации объездного пути и установки ограждения.

По результатам штамповых испытаний определялись такие характеристики сжимаемости стабилизированных и нестабилизированных грунтов рабочего слоя земляного полотна как модуль деформации  $E$  и модуль упругости  $E_y$ . Для определения модуля упругости испытание проводилось в несколько циклов «нагрузки-разгрузки» до выработки петли гистерезиса и линейности графика в интервале нагрузок от нуля до 0,6 МПа.

Характеристики определялись на поверхности рабочего слоя земляного полотна, устроенного с применением технологии стабилизации грунтов. Поскольку штамповым испытаниям подвергалась многослойная система, состоящая из стабилизированного грунта верхней части рабочего слоя и нестабилизированного (исходного) грунта земляного полотна, для определения параметров сжимаемости именно стабилизированного грунта дополнительно выполнены штамповые исследования нестабилизированных нижележащих грунтов земляного полотна. Данные испытания выполнены в прямых, с отметки минус 0,1 м относительно подошвы стабилизированной верхней части рабочего слоя земляного полотна. Параллельно выполнены лабораторные исследования грунтов в геотехнической лаборатории, подробно описанные в [3].

Согласно [2], по результатам испытаний построены графики зависимости осадки штампа от давления  $S = f(p)$ . Пример оформления графиков зависимости  $S = f(p)$  представлен на рисунке 2.

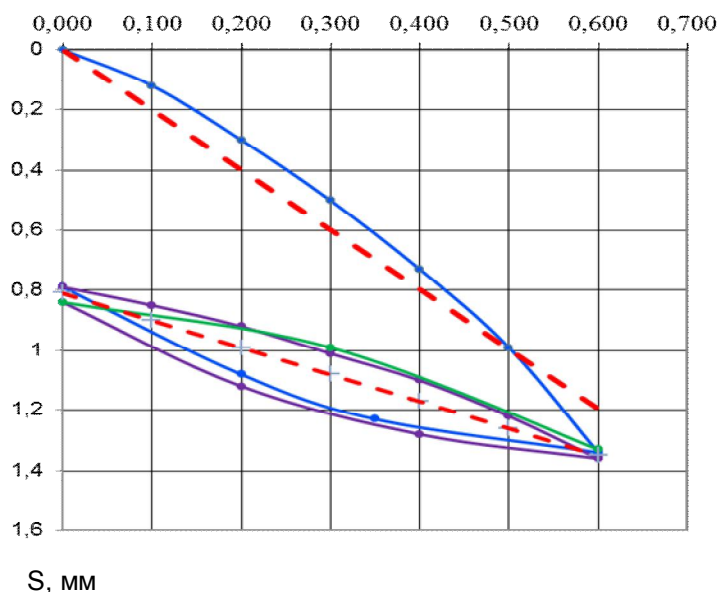


Рис. 2. Пример оформления графиков зависимости  $S=f(p)$

**Результаты испытаний**

Результаты лабораторных исследований нестабилизированного и стабилизированного

грунта верхней части рабочего слоя земляного полотна представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты лабораторных исследований грунтов на а/д «370 км а/д К-17р – Калиновка»

Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Влажность $W/W_T$ , д.е.	Модуль упругости $E_{упр}$ , МПа (компрессионные испытания)
Нестабилизированный (естественный) грунт, представленный супесью песчанистой		
1,87	0,50	78
Стабилизированный грунт (стабилизатор Perma-Zyme 11X)		
1,95	0,50	120

При обработке результатов штамповых испытаний, модуль упругости и модуль деформации грунта вычислялись по усредняющей прямой с помощью формулы [2]

$$E = (1 - \mu^2) K_1 K_p D (1/k). \quad (1)$$

где  $\mu$  - коэффициент Пуассона;

$K_p$  - коэффициент, принимаемый в зависимости от заглубления штампа  $h/D$  ( $h$  - глубина расположения штампа относительно поверхности грунта, см;  $D$  - диаметр штампа)  $K_p = 1$ ;

$K_1$  - коэффициент, принимаемый равным 0,79 для жесткого круглого штампа;  $k$  - угловой коэффициент усредняющей прямой.

Значения деформационных характеристик, определенных штамповым способом на поверхности рабочего слоя земляного полотна из стабилизированного и нестабилизированного (исходного) грунта представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Деформационные характеристики земляного полотна а/д «370 км а/д К-17р – Калиновка», устроенного с применением и без применения стабилизированных грунтов (при  $W_{ф} = 0,5W_T$ )

№ серии опытов	На поверхности стабилизированного рабочего слоя ЗП		На поверхности рабочего слоя ЗП из исходного грунта	
	Модуль деформации $E$ , МПа	Модуль упругости $E_{упр}$ , МПа	Модуль деформации $E$ , МПа	Модуль упругости $E_{упр}$ , МПа
1	56	130	38	108
2	62	140	42	116
3	60	138	38	106
4	56	132	42	110
<b>Xn</b>	<b>58</b>	<b>135</b>	<b>40</b>	<b>110</b>

Непосредственный анализ результатов штамповых испытаний, представленных в таблице 2, указывает на положительное действие стабилизирующей добавки, что отмечалось в [3] и [4]. Однако в рамках решения поставленной задачи получены интересные результаты.

По решению задачи упругости двухслойной модели и разнице между штамповыми общими модулями упругости на поверхности стабилизированного и нестабилизированного рабочего слоя земляного полотна определено значение модуля упругости стабилизированного грунта, которое составляет  $E_{упр} = 160$  МПа. Полученное штамповыми испытаниями значение модуля упругости стабилизирован-

ного грунта значительно превышает результат, полученный при проведении лабораторного исследования. Модуль упругости стабилизированного грунта, полученный по результатам лабораторных исследований (метод компрессионного сжатия) составляет  $E_{упр} = 120$  МПа, что указывает на определенную методологическую ошибку.

На данную методологическую ошибку так же указывает значительная разница между значениями модуля упругости исходного грунта земляного полотна, полученного по результатам штамповых исследований ( $E_y = 110$  МПа) и компрессионных испытаний ( $E_y = 78$  МПа).

Сравнивая результаты штамповых испытаний с данными о деформационных характеристиках исследуемого грунта (без стабилизатора) по таблице П. 2.5. [1] можно отметить, что представленные в нормативном документе значения модуля упругости в большей степени соответствуют результатам проведенных лабораторных исследований, но при этом определенное по результатам исследований значение модуля упругости на 20% превышает нормативное значение. Фактическое значение модуля упругости, определенное по результатам штамповых испытаний, значительно (до 70 %) превышает нормативное.

### Выводы

Проведенные исследования по определению фактического модуля упругости стабилизированных и нестabilизированных глинистых грунтов, укладываемых в верхней части рабочего слоя земляного полотна, однозначно указывают на отличия фактических параметров грунтов от нормативных и определенных в лабораторных условиях данных. Данный факт подтверждает необходимость в максимальном учете особенностей местных грунтовых условий, при разработке региональной методики укрепления глинистых современными стабилизирующими добавками.

Для максимального приближения закладываемых в региональную методику проектирования значений расчетных характеристик стабилизированных и нестabilизированных грунтов к фактическим данным необходимо решить следующие актуальные задачи:

1) Создать региональную инженерно-геологическую базу данных, содержащую информацию о характерных типах грунтов, применяемых для отсыпки земляного полотна автомобильных дорог, местах их распространения, минералогических особенностях и механических параметрах при различном коэффициенте уплотнения;

2) Для каждого типа грунтов, представленных в региональной инженерно-геологической базе данных, необходимо определить коэффициент зависимости (методологический коэффициент) между штамповыми и компрессионными исследованиями  $k_m=f(e, I_p)$ , который очевидно зависит от типа и пористости грунта.

### Библиографический список

1. ОДН 218.046. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М.: Информавтодор, 2001. – 82 с.
2. ГОСТ 20276-99. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 52 с.
3. Разуваев Д. А., Ланис А. Л., Использование стабилизаторов грунтов при расширении сети автомобильных дорог местного значения // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы межд. научно-практической конф. (Пермь, 26-28 апреля 2012 г.). – Пермь, 2012. – С. 223-228.
4. Смолин Ю. П., Ланис А. Л., Разуваев Д. А. Исследование динамических воздействий автотранспортом на дорожную одежду, закрепленную синтетическим полимером // Вестник ТГАСУ – 2012. – №2 (35). – С. 230-234.

### DETERMINATION OF DEFORMATION PARAMETERS OF SUBGRADE

D. A. Razuvaev

Design characteristics of subgrade soil does not always correspond to the actual performance. Studies of deformation parameters stabilized and non-stabilized soils are made stamp method. The experimental results are compared with the standard documents and laboratory research. Actual tasks aimed at improving the reliability of the appointment of the design parameters of soils for construction of roadbed.

**Keywords:** roadbed, stabilization of soils, design parameters, the elastic modulus.

### Bibliographic list

1. ODN (Russian standard system) 218.046. Design of non-rigid pavements. – M. Informavtdor, 2001. – 82 p.
2. GOST(Russian standard system) 20276-99. Soils. Field methods for determining the strength and strain characteristics. – M.: GUP CPP, 2000. – 52 p.
3. Razuvaev D. A Lanis A .L. The use of soil stabilizers in expanding the road network of rural roads // Upgrade and research in the transport sector: Proceedings of the International Scientific Conference (Perm, 26-28 April 2012). – Perm, 2012. – P. 223-228.
4. Smolin Y. P., Lanis A. L., Razuvaev D. A. Investigation of dynamic effects of automobile transport on the pavement strengthened by synthetic polymer // VESTNIK of TSUAB – 2012. – №2 (35). – P. 230-234.

*Разуваев Денис Алексеевич – аспирант кафедры «Геология, основания и фундаменты» Сибирского государственного университета путей сообщения. Основное направление научных исследований – усиление грунтов земляного полотна автомобильных дорог. Имеет 13 опубликованных работ. Адрес электронной почты – razdenis@mail.ru.*

УДК 624.19.035.2

## УЧЕТ ВРЕМЕННОЙ НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОСТОЯННОЙ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЯ

Ю. А. Цибариус

**Аннотация.** В настоящее время учет набрызгбетонной крепи в расчете конструкции постоянной обделки затруднителен в связи с отсутствием универсальной методики проектирования. Данные о степени и характере влияния механических характеристик скальных грунтов, размеров тоннельной выработки и жесткости крепи на значение коэффициента учета податливой временной набрызгбетонной крепи, полученные в результате проведенных исследований, послужили основой для дальнейшей разработки универсальной методики проектирования.

**Ключевые слова:** набрызгбетон, тоннелестроение, временная крепь, численное моделирование, скальные грунты.

### Ведение

Технология набрызгбетонирования при строительстве транспортных тоннелей в скальных грунтах позволяет обеспечить крепление подземной выработки после каждого этапа разработки с практически полной механизацией работ, в том числе для возведения податливой временной набрызгбетонной крепи (далее временная крепь) [1,2].

В результате анализа исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными, были выявлены следующие недостатки существующей методики проектирования постоянных обделок тоннеля с применением временной крепи данного вида:

- учет влияния временной крепи при помощи аналитических методов затруднителен вследствие громоздкости расчетного аппарата и большой трудоемкости вычислений;

- учет влияния временной крепи при помощи численных методов в настоящий момент носит частный характер (отдельные объекты);

- отсутствует универсальная методика проектирования постоянной обделки тоннеля с учетом временной крепи.

Все вышеперечисленные недостатки ведут к увеличению материалоемкости конструкций и трудоемкости производимых строительно-монтажных работ при строительстве тоннелей.

Целью исследования явилось определение степени и характера влияния основных механических характеристик грунта, геометрических параметров временной крепи на напряженное состояние постоянной обделки тоннеля с учетом временной крепи.

### Проведение исследований

Для исследования напряженного состояния постоянной обделки тоннеля с учетом и без учета временной крепи в программном геотехническом комплексе «*PLAXIS 3D Tunnel*» (Нидерланды) была создана расчетная пространственная конечно-элементная модель, представляющая однородный грунтовой массив, пересекаемый тоннельной выработкой. В силу симметрии поперечного сечения тоннеля относительно вертикальной оси расчетная модель была построена только для одной половины (рисунок 1а). Модель закреплена от горизонтальных смещений вдоль вертикальных боковых границ и вертикальных смещений вдоль нижней границы и позволяет моделировать раскрытие сечения тоннельной выработки на полный профиль и устройство набрызгбетонной крепи с последующим возведением постоянной монолитной железобетонной обделки [3].

Для моделирования приняли поперечное сечение автодорожного тоннеля №1 трассы «Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер - горноклиматический курорт «Альпика-Сервис» (рисунок 1б).

Для моделирования грунтового массива использовали упругопластическую модель Мора-Кулона, характеризующуюся следующими параметрами: удельный вес  $\gamma$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ , удельное сцепление  $c$ , модуль деформации  $E_0$  и коэффициент Пуассона  $\nu$  [4].

Тоннельная обделка была смоделирована при помощи программного инструмента *TunnelDesigner*, позволяющего создавать конструкции типа «сэндвич», состоящие из нескольких слоев.

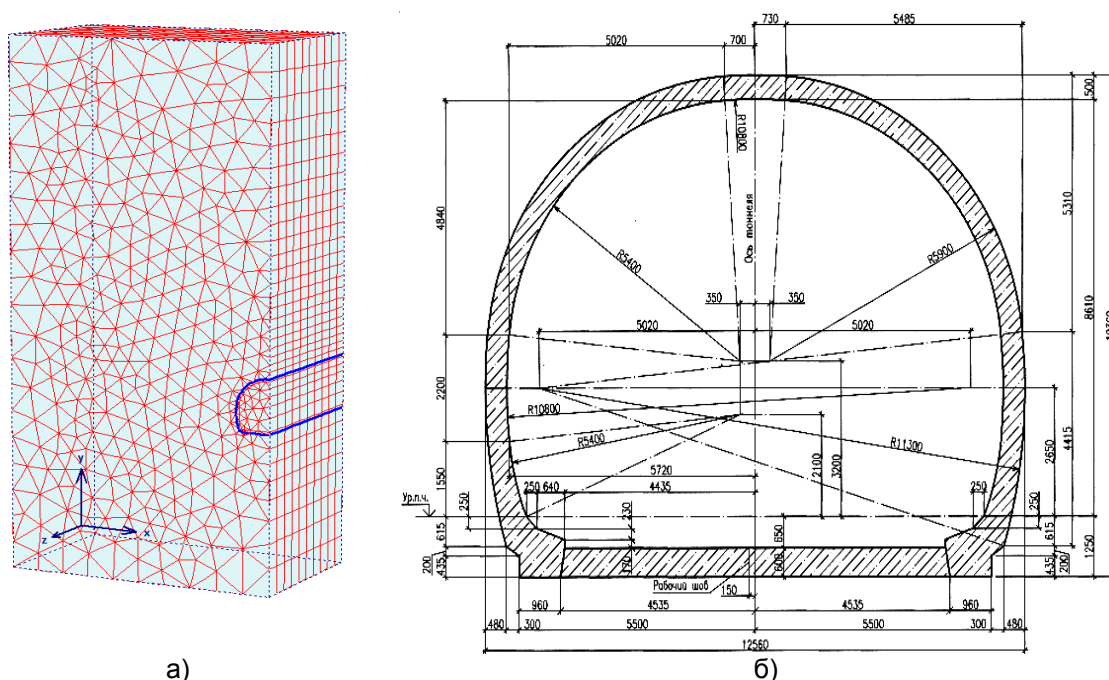


Рис. 1. Пространственная конечно-элементная модель (а) и поперечное сечение тоннеля (б)

Временную крепь (первый слой) моделировали плитными элементами с заданными жесткостями. Постоянную обделку тоннеля (второй слой) задавали при помощи кластеров - областей, полностью замкнутых линиями, в пределах которых свойства материала однородны. Толщина временной крепи принята равной 0,3 м, класс бетона - В25. Толщина постоянной обделки - 0,5 м, класс бетона - В25.

Расчет пространственной модели включал определение напряженного состояния системы «крепь - массив» на основных этапах проходки тоннельной выработки. Каждый этап расчета включал удаление кластера грунта на длине очередной заходки и устройство набрызгбетонной крепи. С некоторым отставанием от забоя выработки моделировали постоянную обделку.

Результаты расчетов оценивали в одном контрольном поперечном сечении тоннеля, расположенном на расстоянии 15 м от лицевой плоскости пространственной модели, с которой начинали моделирование проходки тоннельной выработки (рисунок 1а), что позволило исключить влияние граничных условий на распределение напряжений в грунтовом массиве.

В процессе проведения теоретических исследований основное внимание было уделено оценке напряженного состояния конструкции постоянной обделки в трех характерных точках (свод, полусвод, стена).

Для установления степени и характера влияния основных механических характери-

стик грунта на напряженное состояние постоянной обделки тоннеля с учетом и без учета влияния временной крепи были проведены несколько этапов расчетов:

1) в первой серии расчетов определяли напряженное состояние постоянной обделки тоннеля для различных видов скальных грунтов, соответствующих области применения временной крепи ( $f = 3,2-10,3$ );

2) второй этап состоял из двух серий, в каждой из которых при трех различных значениях принятого к рассмотрению параметра (угол внутреннего трения, удельное сцепление) выполняли расчет на пространственной конечно-элементной модели, при этом прочие физико-механические характеристики грунтов оставались неизменными;

3) на третьем этапе расчета была установлена зависимость коэффициентов учета временной крепи от модуля деформации грунтового массива в характерных точках постоянной обделки, для чего были выполнены расчеты, в которых при усредненных значениях основных физико-механических характеристик ( $\rho, \varphi, c$ ) варьировались значения модуля деформации.

В результате проведенных расчетов были определены значения нормальных тангенциальных напряжений в характерных точках постоянной обделки, далее вычисляли значения коэффициентов учета временной крепи  $\gamma_{нб}$ :

$$\gamma_{нб} = \frac{\sigma_{сy}}{\sigma_{бy}}, \quad (1)$$

$\sigma_{сy}$  – нормальные тангенциальные напряжения с учетом временной крепи, кПа;

$\sigma_{бy}$  – нормальные тангенциальные напряжения без учета временной крепи, кПа.

При проведении корреляционного анализа результатов расчетов были выявлены следующие зависимости изменения коэффициентов учета податливой временной набрызгбетонной крепи от значений модулей деформации грунтового массива  $E_0$ :

- для сечения в сводовой части – сильная прямая ( $R = 0,93$ );

- для сечения в полусводовой части – сильная прямая ( $R = 0,95$ );

- для сечения в стеновой части – сильная прямая ( $R = 0,94$ ).

По результатам исследований степени и характера влияния основных механических характеристик грунта на напряженное состояние постоянной обделки тоннеля с учетом и без учета влияния временной крепи с использованием методов математической статистики были установлены следующие соотношения между значениями коэффициента  $\gamma_{нб}$  и модулем деформации грунтового массива  $E_0$  [5]:

$$\gamma_{нб} = 0,0788 \ln E_0 + 0,5337; \quad (2)$$

$$\gamma_{нб} = 0,0476 \ln E_0 + 0,7397; \quad (3)$$

$$\gamma_{нб} = 0,0854 \ln E_0 + 0,6538. \quad (4)$$

Формула (2) применима для сечения в сводовой части постоянной обделки (достоверность аппроксимации 0,97), формула (3) – для сечения в полусводовой части постоянной обделки (достоверность аппроксимации 0,95), формула (4) – для сечения в стеновой части постоянной обделки (достоверность аппроксимации 0,99).

Для установления степени и характера влияния размеров поперечного сечения выработки на напряженное состояние постоянной обделки тоннеля была проведена серия расчетов, в которой при определенных значениях физико-механических характеристик скальных грунтов (гранит, порфирит, песчаник кремнистый, мрамор, известняк, гнейс) изменяли величину пролета тоннельной выработки  $B$ .

Влияние поперечного сечения выработки на напряженное состояние постоянной обделки тоннеля оценивалось по изменению значений коэффициента  $\gamma_{нб}$ . Для проведения исследований были взяты следующие значения пролетов тоннельной выработки: 10,05 м (0,8В), 12,56 м (В) и 15,07 м (1,2В).

Значения коэффициентов учета временной крепи, полученные по результатам данной серии расчетов, приведены в таблице 1. Анализ полученных данных показал, что изменение размеров поперечного сечения тоннельной выработки оказывает незначительное влияние (<3 %) на изменение значения коэффициента учета временной крепи.

Таблица 1 - Значения коэффициента  $\gamma_{нб}$  для сечения в сводовой/полусводовой/стеновой части тоннельной обделки при различных значениях пролета тоннельной выработки  $B$

Грунт	Значения коэффициента $\gamma_{нб}$ при пролете выработки $B$		
	0,8В	В	1,2В
Гнейс	0,61/0,80/0,75	0,62/0,81/0,75	0,62/0,81/0,77
Известняк крепкий	0,68/0,82/0,78	0,68/0,82/0,79	0,69/0,83/0,80
Гранит	0,70/0,85/0,84	0,70/0,85/0,85	0,72/0,86/0,86
Мрамор	0,73/0,87/0,87	0,73/0,87/0,88	0,75/0,87/0,88
Песчаник кремнистый	0,75/0,87/0,89	0,76/0,87/0,89	0,76/0,88/0,90
Порфирит	0,80/0,91/0,95	0,80/0,91/0,95	0,80/0,91/0,95

Для установления степени и характера влияния жесткости временной крепи на напряженное состояние постоянной обделки тоннеля были проведены три серии расчетов, в каждой из которых при определенной

толщине временной крепи выполнялось моделирование этапов проходки тоннельной выработки в скальных грунтах с различными значениями модулей деформации.

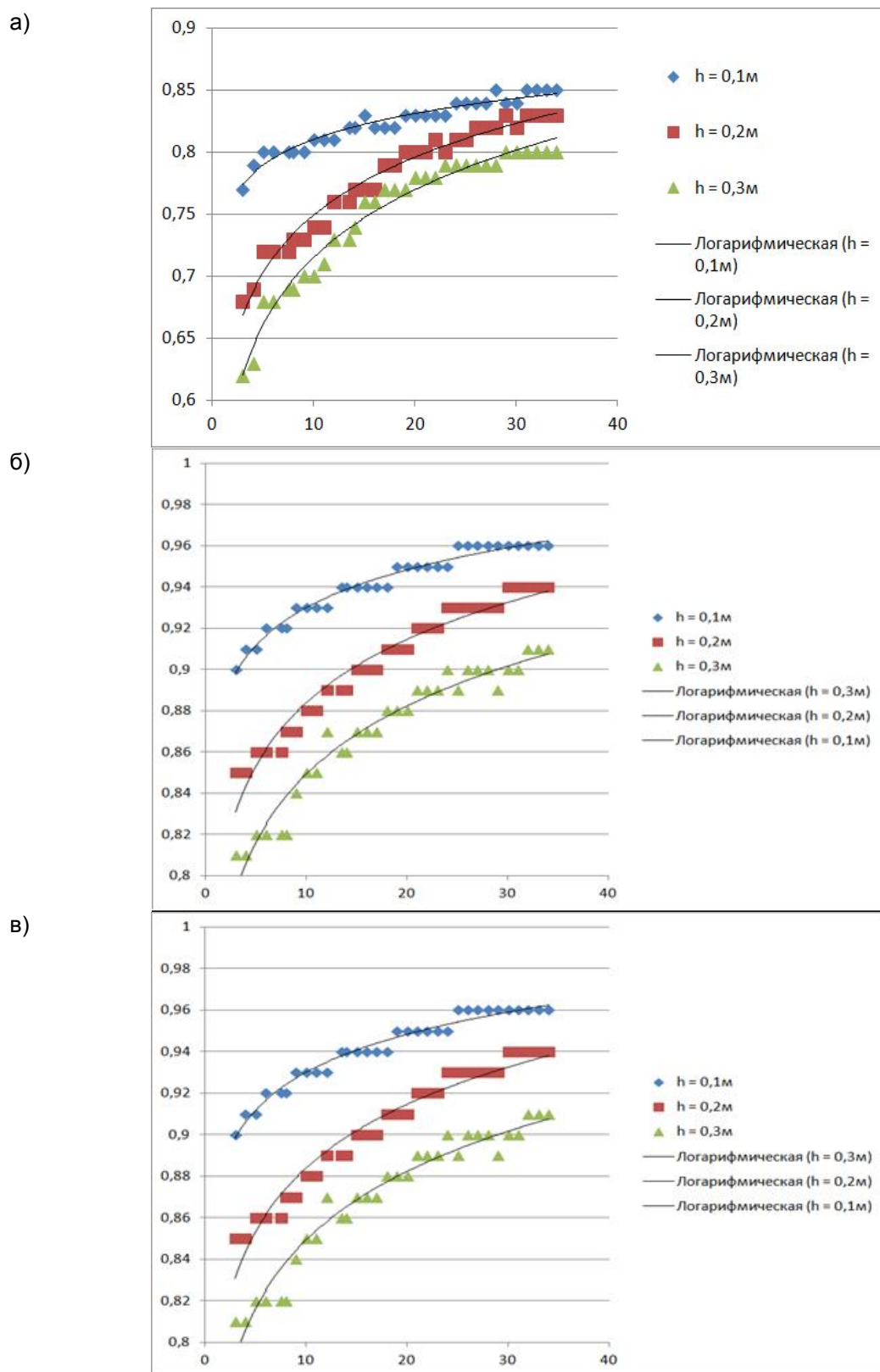


Рис. 2. Зависимость коэффициента учета податливой временной набрызгбетонной крепи от толщины временной крепи и модуля деформации грунтового массива: а – для сечения в сводовой части; б – полусводовой; в – стеновой

Влияние жесткости временной крепи на напряженное состояние постоянной обделки тоннеля оценивалось по изменению значений коэффициента  $\gamma_{нб}$ . Для проведения исследований были взяты следующие толщины временной крепи: 0,1 м, 0,2 м и 0,3 м. Результаты данной серии расчетов представлены на рисунке 2. На оси абсцисс показаны значения модуля деформации грунтового массива в ГПа, на оси ординат, соответствующие им значения коэффициентов учета временной крепи.

По результатам серии расчетов с использованием методов математической статистики были установлены следующие соотношения:

$$\gamma_{нб(свод)} = 0,2544h^{0,9064} \times \ln E_0 + 0,3695h^{-0,301}; (5)$$

$$\gamma_{нб(полусвод)} = 0,099h^{0,5588} \times \ln E_0 + 0,6183h^{-0,148}; (6)$$

$$\gamma_{нб(стена)} = 0,2229h^{0,7827} \times \ln E_0 + 0,4988h^{-0,22}. (7)$$

Формулы (5) - (7) могут применяться для определения коэффициента  $\gamma_{нб}$  с целью учета влияния временной крепи на напряжения, возникающие в постоянной обделке тоннеля, вызванные объемными силами тяжести, действующими в окружающем грунтовом массиве.

#### Выводы

Таким образом, в результате проведения численного эксперимента было выявлено следующее:

1) Установлены, с использованием методов математической статистики, соотношения между значениями коэффициента учета временной крепи  $\gamma_{нб}$  и модулем деформации грунтового массива  $E_0$ ;

2) Изменение пролета тоннельной выработки  $B$  оказывает незначительное влияние (<3 %) на значения коэффициента учета временной крепи  $\gamma_{нб}$ ;

3) Установлены, с использованием методов математической статистики, соотношения между значениями коэффициента учета временной крепи  $\gamma_{нб}$ , толщиной временной крепи  $h$  и модулем деформации грунтового массива  $E_0$ , которые могут применяться с целью учета влияния временной крепи на напряжения, возникающие в постоянной обделке тоннеля, вызванные объемными силами тяжести, действующими в окружающем грунтовом массиве.

#### Библиографический список

1. Арутюнов В. С., Гиренко И. В., Рзянский Д. Б., Курисько А. С. Набрызгбетон для тоннелей // Транспортное строительство. – 1986 - №4 - С. 24-26.

2. Жуков В. Н., Магдиев Ш. Р. Современные технологии набрызгбетонных работ в подземном строительстве // Метро и тоннели. – 2003 - №4 - С. 20-23.

3. Меркин В. Е., Чеботаев В. В., Щекудов Е. В., Щелочкова Т. Н. Оптимизация конструкции обделки большепролетных подземных выработок, сооружаемых по технологии НАТМ // Научные труды ОАО ЦНИИС. Транспортное тоннелестроение. Современный опыт и перспективные разработки. – 2008 - № 248 - С. 7-11.

4. Смолин Ю. П., Ланис А. Л., Разуваев Д. А. Исследование динамических воздействий автотранспортом на дорожную одежду, закрепленную синтетическим полимером // Вестник ТГАСУ. – 2012 - № 2 - С. 230-234.

5. Цибариус Ю. А. Напряженное состояние постоянной обделки тоннеля с учетом податливой временной набрызгбетонной крепи // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы международной научно-практической конференции (Пермь, 25-27 апреля 2013 г.). – Пермь, 2013 – С. 440-448.

#### TENSITY OF PERMANENT TUNNEL LINING WITH TEMPORARY SHOTCRETE LINING FACTOR

Yu. A. Tsibarius

Shotcrete lining is one of the most common types of temporary supports in tunnel construction. The influence of shotcrete lining on design calculations of permanent lining is difficult, because there is no method of designing at the present time. This leads to increasing in consumption of materials and labour of construction. The information about the influence of the basic mechanical properties of soils, geometrical size of construction per value of temporary shotcrete lining factor was obtained during research. These data formed the basis for further development method of designing.

**Keywords:** shotcrete, tunnel construction, temporary supports, numerical modeling, rock.

*Цибариус Юрий Александрович – аспирант кафедры «Геология, основания и фундаменты» Сибирского государственного университета путей сообщения. Основное направление научных исследований – напряженное состояние конструкций постоянных обделок транспортных тоннелей. Имеет 17 опубликованных работ. Адрес электронной почты – yustu@yandex.ru.*



УДК 625.72

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МАКРОРЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

В. С. Щербаков, М. С. Корытов

**Аннотация.** *Описан алгоритм проектирования автотрассы методом вероятностной дорожной карты с использованием цифрового проекта макрорельефа местности, полученного методами топографической съемки или лазерным сканированием, и локальной оптимизации трассы. Учитываются произвольная форма рельефа, а также наземные препятствия произвольных размеров.*

**Ключевые слова:** *автомобильная дорога, трасса, трассирование, синтез, вероятностная дорожная карта.*

### Введение

Проблема проектирования оптимальных трасс наземных транспортных путей, важнейшими из которых являются автомобильные дороги, актуальна. Основным критерием оптимальности, как правило, при этом выступает стоимость строительства и последующей эксплуатации [1].

Данная стоимость зависит как от протяженности дороги, так и от прохождения участков трассы по определенным поверхностям рельефа местности. При проектировании автотрассы необходимо учитывать препятствия на оптимальном, т.е. кратчайшем маршруте пути. В качестве препятствий необходимо учитывать как застроенные территории, природные объекты, водоемы, существующие сооружения и коммуникации, так и склоны

макрорельефа местности с крутизной выше допустимой [1].

Основой, позволяющей автоматизировать работу по проектированию оптимальной трассы дороги и обеспечивать 3D-управление строительной техникой, является проект в электронном представлении – цифровой проект (ЦП), включающий в себя цифровую модель макрорельефа местности (ЦММ). ЦММ является ничем иным, как цифровой копией привычных для разработчиков и строителей чертежей рельефа местности, полученных в результате инженерно-геодезических изысканий на территории строительства автомобильной дороги, в том числе с использованием современных цифровых методов фотограмметрии и лазерного сканирования [2].

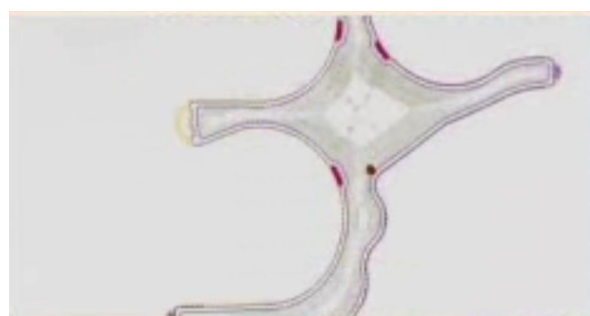
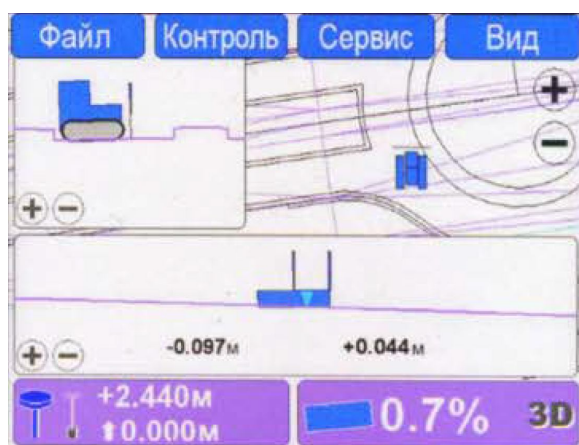


Рис. 1. Примеры экрана 3D-системы управления строительной техникой Торсон [3]

Использование ЦП и ЦММ открывает возможность не только для проектирования оптимальной трассы автомобильной дороги, но и позволяет осуществлять 3D-управление строительной техникой – автогрейдерами, бульдозерами и экскаваторами непосредственно

венно в процессе строительства. На рисунке 1 приведены примеры экрана используемой в настоящее время 3D-системы управления строительной техникой Торсон, на которых видны линии уровней рельефа поверхности строительной площадки [3].

**Основная часть**

Одним из современных подходов в области проектирования трасс наземных транспортных путей является обобщенный алгоритм вероятностной дорожной карты (англоязычное название – Probabilistic Road Map, PRM). Данный метод считается одним из основных, главным образом в пространстве или на рельефе с имею-

щимися препятствиями. Вероятностный метод PRM высокоэффективен, прост в вычислительной реализации по сравнению с альтернативными методами, и может быть применен для разных постановок задач, связанных с проектированием трасс линейных объектов [4, 5, 6, 7].

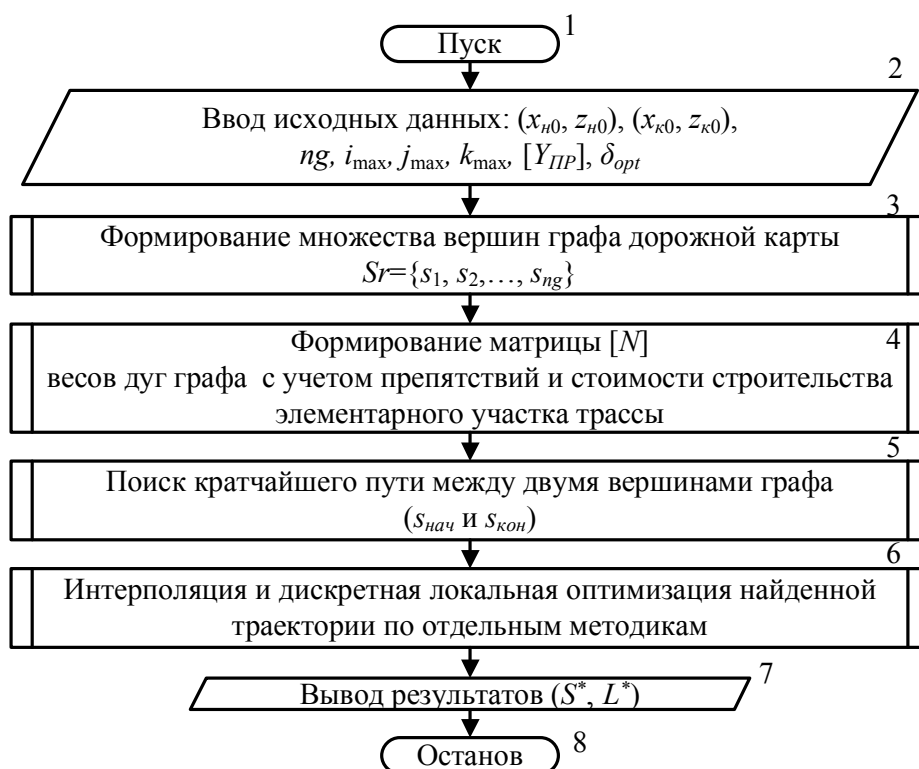


Рис. 2. Обобщенная блок-схема алгоритма проектирования автотрассы на основе вероятностной дорожной карты

Преимущества алгоритма вероятностной дорожной карты (ВДК) в сочетании с информацией из ЦП и ЦММ могут быть использованы для эффективного решения задачи оптимального трассирования наземных транспортных путей, трасс автодорог и других объектов на стадии проектирования с учетом рельефа земной поверхности и препятствий. Блок-схема обобщенного алгоритма ВДК представлена на рисунке 2.

**Постановка задачи**

В локальной системе координат  $O_0X_0Y_0Z_0$ , связанной с земной поверхностью, ось  $Y_0$  которой расположена вдоль гравитационной вертикали, заданы координаты начальной  $S_{нач}=(X_{н0}, Z_{н0})$  и конечной  $S_{кон}=(X_{к0}, Z_{к0})$  точек трассы автомобильной дороги.

Ось  $X_0$  локальной системы координат расположена при этом таким образом, чтобы она была направлена параллельно ли-

нии, соединяющей начальную  $S_{нач}$  и конечную  $S_{кон}$  точки трассы, что формализуется условием [7]

$$Z_{н0}=Z_{к0}. \quad (1)$$

Это позволяет значительно уменьшить объем последующих вычислений. С использованием информации из ЦММ задана дискретная матрица поля высот поверхности макрорельефа  $Y_{PP}(i,k)$ , где  $i, k$  – индексы координат вдоль осей  $X_0, Z_0$  соответственно:  $i \in [1, i_{max}]$ ;  $k \in [1, k_{max}]$ . Точки  $S_{нач}$  и  $S_{кон}$  принадлежат  $Y_{PP}$ .

Также в ЦП в электронном виде целесообразно задание дискретной матрицы стоимости строительства и эксплуатации элементарного участка трассы в определенной точке поверхности в плане. Матрица описывает некоторую поверхность стоимости  $U(i,k)$ , заданную из экономических соображений.

Результатом синтеза является оптимальная траектория трассы автомобильной дороги  $S^*$  по поверхности макрорельефа местности. Трасса автодороги должна иметь минимальное значение целевой функции  $L^*$  стоимости строительства и эксплуатации из начальной точки  $s_{нач}$  в конечную точку  $s_{кон}$  на заданной поверхности. При этом необходим плавный обход препятствий, запрещенных для прокладывания трассы. Форма препятствий в виде застроенных территорий, природ-

ных объектов, водоемов, существующих сооружений и коммуникаций известна и импортируется из ЦП в электронном виде. Представляется целесообразным представление препятствий в виде матрицы высот поверхности макрорельефа  $Y_{ПР}(i,k)$ , в которой непреодолимым препятствиям будут соответствовать элементы с бесконечно большими значениями высоты:  $Y_{ПР}(i,k)=\infty$ .

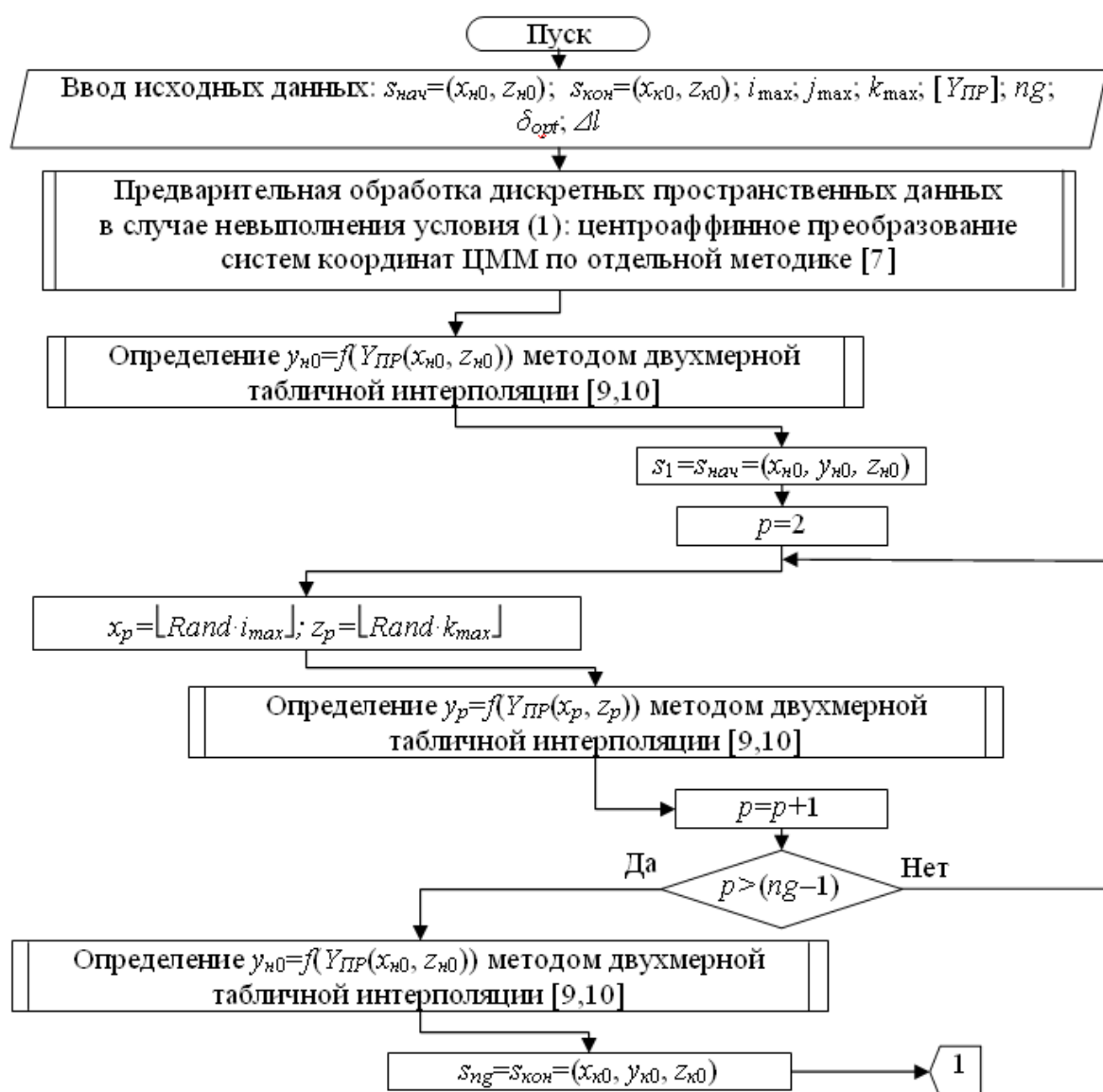


Рис. 3. Блок-схема модифицированного алгоритма синтеза автотрассы методом вероятностной дорожной карты (начало)

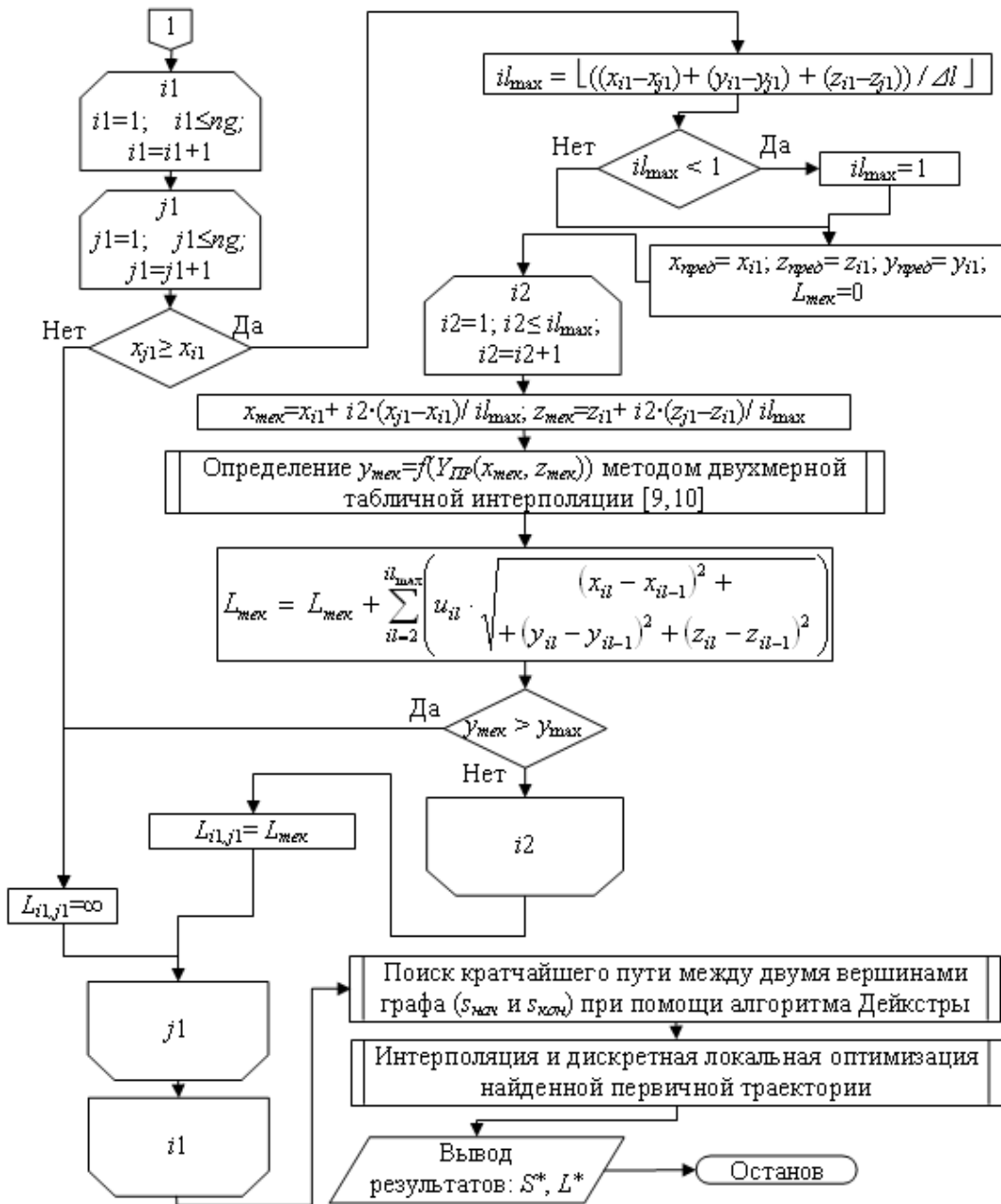


Рис. 3. Блок-схема модифицированного алгоритма синтеза автотрассы методом вероятностной дорожной карты (окончание)

Проекция линии, соединяющей начальную и конечную точки автотрассы, на горизонтальную плоскость  $O_0X_0Z_0$  параллельна оси  $X_0$  системы координат  $O_0X_0Y_0Z_0$ . Для дискретного описания исходных данных задачи прежде всего формируется граф  $Gr=(Sr, Er)$ , где  $Sr=\{s_1, s_2, \dots, s_{ng}\}$  – множество вершин графа,  $Er = \{(s_{i1}, s_{j1})\}_{i1,j1=1}^{ng}$  – множество дуг (ребер). Суммарное число вершин графа  $ng$  равно заданному количеству точек ВДК на заданной поверхности макрорельефа, свободной от всех непреодолимых препятствий.

Определенному пространственному положению точки трассы в свободном пространстве дорожной карты ВДК может быть поставлена в соответствие одна из вершин сформированного графа.

Суть модифицированного алгоритма ВДК заключается в синтезе оптимальной трассы автодороги, проходящей из начальной точки  $s_{нач}$  в конечную точку  $s_{кон}$  (рис. 3). Синтезированная трасса при дискретном описании будет представлять собой последовательность из нескольких вершин графа дорожной карты  $Gr$ .  $S^* = \{s_p\}_{p=1}^{sn}$ .

Для описания структуры графа ВДК использовалась квадратная матрица весов дуг графа  $N=[L_{i1,j1}]$ . Величины весов  $L_{i1,j1}$  между некоторыми точками  $i1$  и  $j1$  определялись численным интегрированием при помощи матрицы целевой функции  $U(i,k)$ :

$$L = \sum_{i1=2}^{i1_{max}} \left( u_{i1} \cdot \sqrt{(x_{i1} - x_{i1-1})^2 + (y_{i1} - y_{i1-1})^2 + (z_{i1} - z_{i1-1})^2} \right), \quad (2)$$

где  $i1_{max}$  – число интервалов разбиения прямой в плане линии между точками  $i1$  и  $j1$ . Значение  $i1_{max}$  определялось как сумма расстояний вдоль осей декартовой системы координат  $O_0X_0Y_0Z_0$  по методу «манхэттен» [10]:

$$i1_{max} = ((X_{i1} - X_{j1}) + (Y_{i1} - Y_{j1}) + (Z_{i1} - Z_{j1})) / \Delta l.$$

Величины координат промежуточных точек  $x_{i1}$  и  $z_{i1}$  в (2) получались из координат точек прямой линии в плане, соединяющей точки  $i1$  и  $j1$ . Значения  $y_{i1}$  и  $u_{i1}$  определялись из матриц  $Y_{ПР}(i,k)$  и  $U(i,k)$  соответственно по текущим координатам в плане промежуточных точек на прямой  $x_{i1}$  и  $z_{i1}$  при помощи двумерной табличной интерполяции [9].

Вершины графа в количестве  $ng$  формировались случайным образом и соединялись между собой дугами (кривыми линиями на поверхности макрорельефа, проекция которых в плане представляет собой прямую) при выполнении условия непересечения с зонами непреодолимых препятствий

$$y_{тек} > y_{max}, \quad (3)$$

где  $y_{тек}$  – высотная координата промежуточной точки при проверке достижимости между точками  $i1$  и  $j1$  с учетом препятствий;  $y_{max}$  – максимальная высотная координата поверхности макрорельефа на рассматриваемой области.

Непересечение с зонами препятствий при перемещении из вершины в вершину по прямой линии в плане, и одновременно по кривой в пространстве, т.е. по поверхности макрорельефа, позволяет сформировать матрицу весов графа ВДК  $N=[L_{i1,j1}]$ . Проверка достижимости выполнялась при этом между текущей вершиной  $s_{j1} \in \{Sr\}$  и каждой из подмножеств

ва вершин  $s_{j1} \in \{Sx\}$  с большими или равными значениями координаты  $x$ . Из множества  $\{Sr\}$  выделялось подмножество  $\{Sx\}$ :

$$\forall (s_{j1} \in \{Sx\}) \quad x_{j1} \geq (x_{i1} \in \{Sr\}),$$

где  $\{Sx\} \subseteq \{Sr\}$ .

С использованием сформированной при выполнении условия (3) матрицы весов графа  $[M]$ , выполнялся синтез кратчайшего пути между двумя вершинами графа ( $s_{нач}$  и  $s_{кон}$ ) при помощи известных алгоритмов поиска кратчайшего пути на графе [10].

Затем проводилась локальная оптимизация синтезированной первичной трассы, после чего трасса представляла собой последовательность из смежных точек на поверхности макрорельефа, заданных на равномерной вдоль оси  $X_0$  сетке в плане:  $S^* = \{s_i\}_{i=1}^{i_{max}}$ . Блок-схема модифицированного для синтеза трассы автомобильной дороги на макрорельефе с произвольными препятствиями алгоритма ВДК приведена на рисунке 3.

Выполнение условия (1) при преобразовании исходных данных из ЦММ методом [7] позволило существенно упростить процедуру дискретной локальной оптимизации найденной первичной (грубой) траектории автотрассы. Для этого последовательно осуществлялась локальная оптимизация для каждой из точек трассы  $s_i$ ,  $i \in [2, (i_{max} - 1)]$  изменением координаты  $z_0$  при постоянном значении координаты  $x_0$ . Это вызывало, соответственно, изменение высотной координаты  $y_0$  согласно значениям, полученным из матрицы поля высот поверхности макрорельефа  $Y_{ПР}$ . При локальной оптимизации последовательно варьировалось значение координаты  $z_0$  для каждой точки трассы с определенным шагом вдоль оси  $X_0$ .

В процессе дискретной локальной оптимизации происходит минимизация целевой функции стоимости строительства и последующей эксплуатации автотрассы.

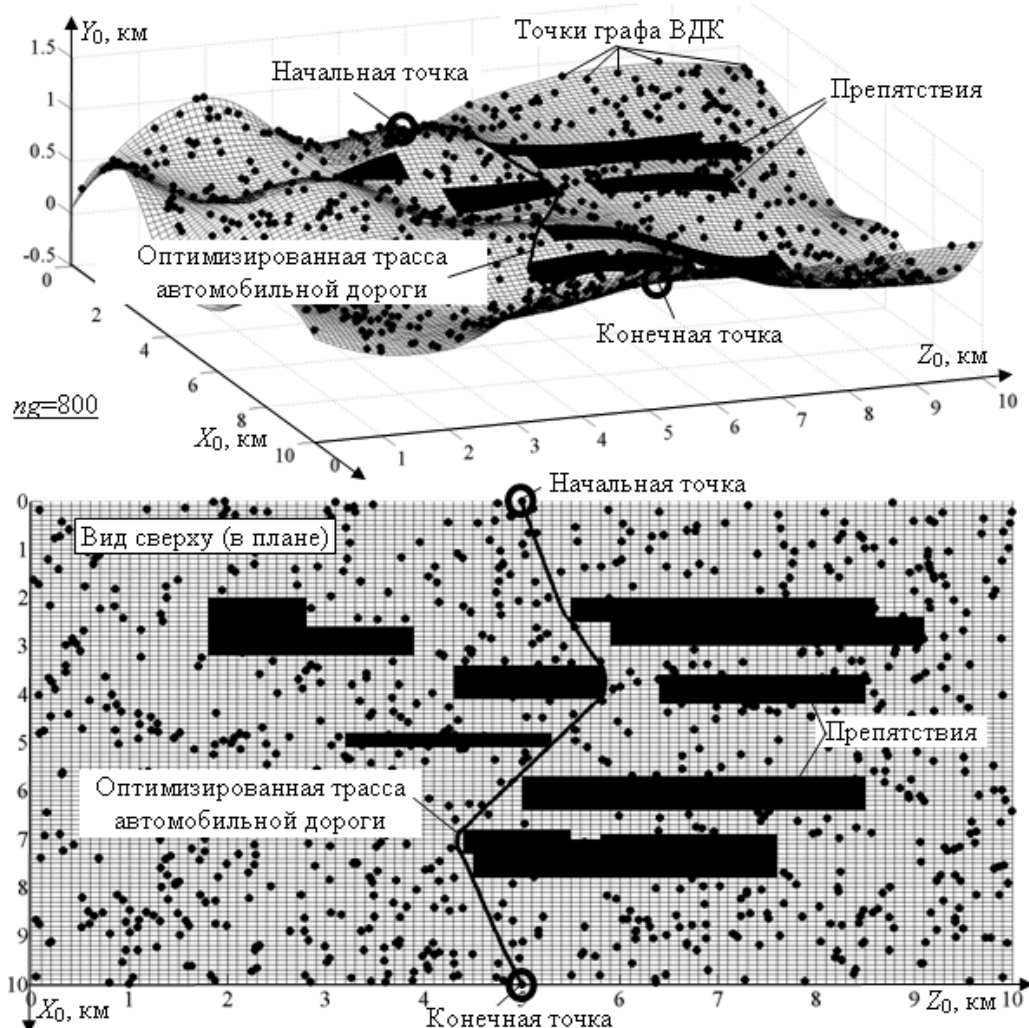


Рис. 4. Синтезированная оптимальная по критерию геометрической длины трасса автомобильной дороги на макрорельефе с препятствиями, число точек графа ВДК  $ng=800$  (пример)

#### Заключение

Использование цифровых данных ЦП и ЦММ открывает возможность автоматизированного проектирования оптимальной трассы автомобильной дороги на макрорельефе с препятствиями. Работоспособность предложенного алгоритма синтеза оптимальной трассы подтверждена корректными расчетами в соответствии с приведенной блок-схемой алгоритма (см. рис. 3.), которые показали, что трасса после локальной оптимизации совпадает с глобальным минимумом целевой функции. Реализация описанной методики была проведена в вычислительной среде MATLAB.

В качестве примера, иллюстрирующего работоспособность алгоритма, на рисунке 4 приведена оптимизированная по критерию геометрической длины трасса автомобильной

дороги на макрорельефе с непреодолимыми препятствиями, представляющими собой сочетание нескольких перекрывающихся в плане прямоугольных областей.

Целесообразно использование предложенного алгоритма для проектирования оптимальных трасс автомобильных дорог на пересеченной местности, в черте городской застройки и при наличии препятствий макрорельефа.

#### Библиографический список

1. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85. Государственный комитет СССР по делам строительства. – М.: 1986. – 51 с.
2. Цифровые модели местности: [сайт]. URL: <http://www.navigatorcorp.ru/cifr.htm> (дата обращения: 07.07.2013).

3. Topcon: [сайт]. URL: <http://www.topcon-positioning.eu/0/30/products.html> (дата обращения: 07.07.2013).

4. Geraerts R., Overmars M. H. A comparative study of probabilistic roadmap planners // Proc. Workshop on the algorithmic foundations of robotics (15-17 December, 2002). – Nice, France: WAFR, 2002. – P. 43–57.

5. Kavraki L. E., Latombe J.-C. Randomized preprocessing of configuration space for fast path planning // IEEE Int. Conf. Robotics and Automation (8-13 May, 1994). – San Diego, CA, USA: IEEE Press, 1994. – P. 2138–2145.

6. Щербаков, В. С. Методика планирования траектории объекта в среде с препятствиями на основе модифицированного алгоритма вероятностной дорожной карты / В. С. Щербаков, М. С. Корытов // Известия Томского политехнического университета, 2011. – Т. 318, № 5. – С 144-148.

7. Щербаков, В. С. Оптимизация трассы автомобильной дороги на рельефе с препятствиями методом вероятностной дорожной карты / В. С. Щербаков, М. С. Корытов // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. – № 6 (28). – 2012. – С. 88-92.

8. Корытов, М. С. Построение матрицы смежности графа поверхности с препятствиями для поиска кратчайшей траектории перемещения груза автомобильным краном / М. С. Корытов // «Какой автомобиль нужен России?»: материалы 69-й Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ). – Омск: СибАДИ, 2010. – С. 166–171.

9. Калиткин, Н. Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин. – М.: Наука, 1978. – 512 с.

10. Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ: пер. с англ. / Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1296 с.

### DESIGNING THE ROUTE OF THE ROAD BASED ON THE DIGITAL TERRAIN MODEL MACRORELIEF

V. S. Shcherbakov, M. S. Korytov

The algorithm of the method of probabilistic design of highway road map using the digital macro relief project area, as obtained by surveying and laser scanning, and local optimization of the track. Taking into account an arbitrary form of relief, as well as ground-based obstacles of arbitrary size.

**Keywords:** road, track, tracing, synthesis, probabilistic roadmap.

### Bibliographic list

1. Highways. SNIP 2.05.02-85. The USSR State Committee for Construction. – Moscow: 1986. – 51 p.

2. Digital terrain models [website]. URL: <http://www.navigatorcorp.ru/cifr.htm> (date accessed: 07.07.2013).

3. Topcon: [website]. URL: <http://www.topcon-positioning.eu/0/30/products.html> (date accessed: 07.07.2013).

4. Geraerts R., Overmars M.H. A comparative study of probabilistic roadmap planners // Proc. Workshop on the algorithmic foundations of robotics (15-17 December, 2002). – Nice, France: WAFR, 2002. – P. 43–57.

5. Kavraki L. E., Latombe J.-C. Randomized preprocessing of configuration space for fast path planning // IEEE Int. Conf. Robotics and Automation (8-13 May, 1994). – San Diego, CA, USA: IEEE Press, 1994. – P. 2138–2145.

6. Shcherbakov, V. S. Method of planning the trajectory of the object in the environment with obstacles based on a modified algorithm of probabilistic roadmap / V.S. Shcherbakov, M.S. Korytov // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, 2011. – Т. 318, № 5. – pp. 144-148.

7. Shcherbakov, V. S. Optimize the route of the road on the terrain with obstacles using a probabilistic roadmap / V. S. Shcherbakov, M.S. Korytov // Herald SibADI: Scientific peer-reviewed journal. – Омск: SibADI. – № 6 (28). – 2012. – pp. 88-92.

8. Korytov, M. S. Building adjacency matrix of the surface of the obstacles to finding the shortest path of the cargo truck crane / M. S. Korytov // "What Russia needs a car?": Proceedings of the 69th International Scientific Conference of the Association of Automotive Engineers (AAE). – Омск: SibADI, 2010. – pp. 166-171.

9. Kalitkin, N. N. Numerical methods / N. N. Kalitkin. – Moscow: Nauka, 1978. – 512 p.

10. Cormen, Thomas X. Algorithms: construction and analysis first / Thomas X. Cormen, Charles I. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. – M. Ed. house "Williams", 2005. – 1296 p.

*Щербаков Виталий Сергеевич – д.т.н., профессор, декан факультета «Нефтегазовая и строительная техника» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований – совершенствование систем управления строительных и дорожных машин, общее количество публикаций – более 220, адрес электронной почты – shcherbakov\_vs@sibadi.org.*

*Корытов Михаил Сергеевич – к.т.н., доцент ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований – автоматизация рабочих процессов мобильных грузоподъемных машин, общее количество публикаций – более 90, адрес электронной почты – kms142@mail.ru.*

## РАЗДЕЛ III

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 515.2

### ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

В. Я. Волков, К. А. Куспеков

**Аннотация.** В статье рассматривается методика построения оптимальной конфигурации кратчайшего дерева для пяти точек плоскости с ортогональной метрикой. К каждой точке приложен вес – коэффициент, учитывающий экономические показатели инженерной сети.

**Ключевые слова:** кратчайшее дерево, кратчайшие линии, вес точки.

#### Введение

Проектирование инженерных сетей машиностроительного производства является сложной и многовариантной задачей, т.к. одновременно разрабатывают и решаются экономические, технические и организационные задачи, обуславливающие технико-экономический эффект выполняемого проекта. В заводах [1] инженерную сеть (ИС) могут составить конвейерные линии, при расстановке которых возникают следующие проблемы: разработка оптимальных конфигураций транспортно-технологической схемы производственного процесса; оптимальное расстояние станков; расстановка транспортных установок; предусмотреть кратчайшие пути движения каждой детали в процессе обработки согласно технологической схеме; оптимальный подвод других видов ИС, таких как линии электропередач, трубопроводов газа, пара, сжатого воздуха, воды и другие задачи, отвечающие наперед заданным условиям.

При решении этой задачи предполагается расположение инженерных сетей параллельно осям прямоугольной системы координат пространства.

**Постановка задачи.** Оптимизация заключается в том, чтобы для некоторого заданного количества фиксированных пунктов определить количество и наилучшее расположение дополнительных пунктов и определить кратчайший путь, соединяющий эти вершины, с учетом веса в этих вершинах. В процессе проектирования пункты геометрической моделируются точками, транспортные средства, соединяющие эти пункты – линиями.

В такой постановке решение проблемы сводится к решению геометрической задачи Штейнера в пространствах с ортогональной метрикой [2] – построение кратчайших связывающих линий для заданного множества точек с введением дополнительных точек, оптимизирующих ее решение.

#### Геометрическое моделирование топологии инженерных сетей

Установим необходимые условия существования и построения кратчайшего связывающего дерева для компланарного множества точек с ортогональной метрикой [1]:

1. Кратчайшее связывающее дерево состоит из совокупности прямолинейных отрезков, соединяющих между собой некоторые из точек  $M_1, M_2, \dots, M_m, N_1, N_2, \dots, N_n$ .

2. Пусть  $G$  является кратчайшим связывающим деревом для множества из  $m$  исходных вершин. Если  $G$  содержит  $k (< m)$  вершин и является связным подграфом графа  $G$ , то  $G$  является кратчайшим деревом для этих  $k$  точек.

3. Если для заданного множества точек  $m$ , которые должны быть соединены между собой кратчайшей линией, построено КД, то каждая его узловая вершина соединена в нем по крайней мере с тремя другими точками. Допустим, что узловая вершина  $0$  соединена только с двумя исходными точками. Удалим эту вершину  $0$  и обе соединенные с ней дуги графа. Соединим исходные две точки, соединенные с узловой точкой  $0$  непосредственно. Тогда полученный граф по-прежнему является кратчайшим деревом, так как расстояние между двумя вершинами не превосходит суммы расстояний от них до третьей вершины.



4. Если точка  $M_i$  является вершиной кратчайшего дерева, то в ней сходятся не более четырех отрезков прямых (дуг дерева). Действительно, через любую вершину  $M_i$  кратчайшего дерева можно провести только две взаимно-перпендикулярных прямых, параллельных соответствующим координатным осям. Отрезки, которые сходятся в точке  $M_i$ , могут располагаться только на этих прямых. Поэтому в точке  $M_i$  сходятся не более четырех ребер КД (рис. 1.).

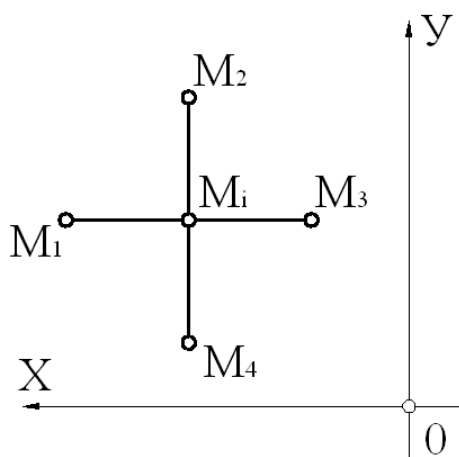


Рис. 1. Кратчайшее соединение для 4-х точек с точкой схода

5. Пусть дано кратчайшее дерево, соединяющее точки  $M_1, M_2, \dots, M_m$  плоскости. Пусть  $O$  узловая точка, соединенная только с тремя вершинами  $M_1, M_2, M_3$ . Тогда, во-первых, точка  $O$  находится внутри прямоугольника, определяемого точками  $M_1, M_2, M_3$ , и, во-вторых, эта узловая точка  $O$  - единственная.

6. Для трех точек  $M_1(x_1, y_1)$ ,  $M_2(x_2, y_2)$  и  $M_3(x_3, y_3)$ , которые должны быть соединены между собой кратчайшей линией, координаты  $x_0$  и  $y_0$  узловой точки  $O$ , минимизирующей выражение

$$\sum_{i=1}^3 d(0, M_i),$$

определяются из условия:  $x_0 = x_1$ , если  $x_2 < x_1 < x_3$  или  $x_3 < x_1 < x_2$ ;  $y_0 = y_2$ , если  $y_1 < y_2 < y_3$  или  $y_3 < y_2 < y_1$  (рис. 2.).

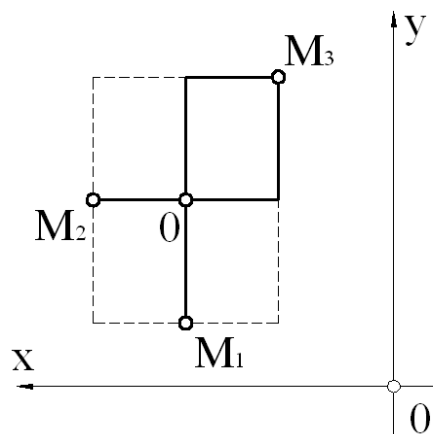


Рис. 2. Кратчайшее соединение для 3-х точек с узловой точкой

Таким образом, абсцисса узловой точки равна абсциссе точки, соединенной с ней и занимающей среднее положение в горизонтальном направлении, а ордината - ординате точки, соединенной с ней и занимающей среднее положение в вертикальном направлении. Длина КД для трех точек  $M_1, M_2$  и  $M_3$  определяется из выражения:

$$\sum_{i=1}^3 d(0, M_i) = \frac{1}{2}p,$$

где  $d(0, M_i)$ ,  $i=1,2,3$  - ортогональное расстояние между точками  $O$  и  $M_i$ ;  $p$  - длина периметра прямоугольника, построенного для точек  $M_1, M_2, M_3$  (как на рис. 2.).

В [3] рассмотрена построения кратчайшего дерева с весами на плоскости с евклидовой метрикой. Рассмотрим построения кратчайшей связывающей линии для пяти точек плоскости с разными весовыми коэффициентами на плоскости с ортогональной метрикой. Пусть на плоскости заданы точки  $M_1, M_2, M_3, M_4$  и  $M_5$  с весами  $q_1, q_2, q_3, q_4$  и  $q_5$ .

1 этап построения. Принимаем  $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q_5$ . Строим топологию кратчайшего дерева (КД). Из заданного множества точек выбираем пару точек, имеющих кратчайшее расстояние (рис. 3.). Такой парой являются точки  $M_1$  и  $M_2$ , которые могут быть соединены между собой кратчайшей линией  $M_1N_1M_2$  или  $M_1N_2M_2$ . На второй ступени должны быть соединены точки  $M_3$  и  $M_4$  ломаной линией  $M_3N_3M_4$  или  $M_3N_4M_4$ . На третьей ступени сравниваются расстояния между фрагментами  $M_3=M_4, M_1=M_2$  и точкой  $M_5$

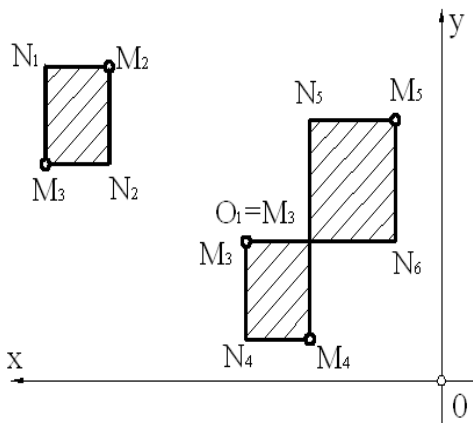


Рис. 3. Первый этап построения КД для пяти точек

Ближайшим соседом фрагмента  $M_3=M_4$  оказалась точка  $M_5$ , которая находится в магистральной зоне. Поэтому она соединяется с ближайшей вершиной  $N_3$  через точку  $N_5$  или  $N_6$ . После этого точка  $N_3$  становится узловой точкой  $O_1$  и изменяется зона подвижности (она заштрихована накрест). На четвертой ступени объединяются два фрагмента в одно кратчайшее дерево: (рис. 4.).

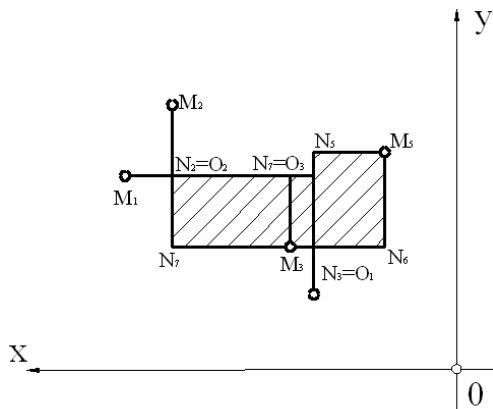


Рис. 4. Кратчайшее дерево для пяти точек

Возможны другие варианты соединения заданных точек с одинаковыми весами. Существует несколько кратчайших деревьев одной и той же длины, определяемых наличием зоны подвижности. Это обстоятельство позволяет учитывать при выборе КД, наряду с протяженностью связывающих линий, и другие условия. Вес минимального дерева будет равен сумме:

$$\sum q_i l_i = q_1 |M_1 N_2| + q_2 |M_2 N_2| + q_3 |M_3 N_2| + q_4 |M_4 M_3| + q_5 |M_5 N_3|.$$

2-этап построения структурной схемы кратчайшего дерева при различных весах в заданных точках.

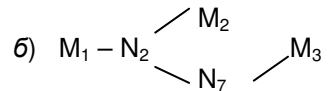
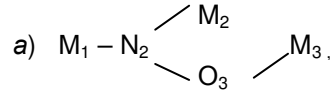
Случай 1.

$$\text{Пусть } q_1 > q_2 > q_3, q_5 > q_3 > q_4 \text{ и } q_1 > q_5. \quad (1)$$

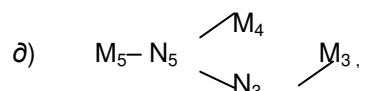
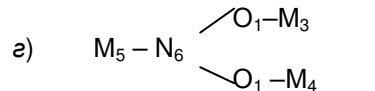
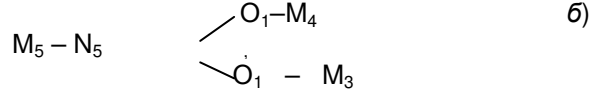
Исходя из принципа наименьшего удлинения с учетом веса (1) строим следующую конфигурацию:

Шаг 1. Вычисляем расстояния между заданными пунктами и узловыми точками ортогональной сети по формуле  $d(M_1, M_2) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$ ;

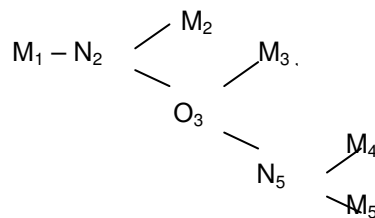
Шаг 2. Выбираем две точки имеющие кратчайшее расстояние с учетом веса. Из равенства (1) строим структурную схему соединения а) и б), которые имеют равные длины:



Шаг 3. Сравниваем расстояние между структурными схемами кратчайшего дерева а, б) и точками  $M_4$  и  $M_5$ . Здесь с учетом неравенства  $q_1 > q_5$  и  $q_5 > q_3 > q_4$  возможны несколько вариантов соединения. Принимаем следующую структурную схему соединения:



Шаг 4. Объединяем структурные схемы а) и д) в одно дерева:



**Заключение**

Применение такого метода поиска кратчайшей сети на плоскости с ортогональной метрикой позволяет выбрать оптимальную конфигурацию с учетом веса в заданных пунктах отвечающим наперед заданным требованиям.

Библиографический список

1. Волков В. Я. Построение топологии кратчайшего дерева минимального веса для пяти точек плоскости с евклидовой метрикой / В. Я Волков, К. А. Куспеков // Омский научный вестник. – Омск, 2012. - № 1 (107). – С. 11-13.
2. Есмухан Ж. М., Куспеков К. А. Прикладная геометрия инженерных сетей. / Есмухан Ж. М., Куспеков К. А // Монография. – Алматы.: Гылым, 2012г.-132с.
3. Куспеков К. А. Алгоритм построения оптимальной конфигурации транспортной сети заводов / К. А. Куспеков // Доклады Национальной Академии Наук Республики Казахстан. - 2010. - № 3. - С. 97-99.

GEOMETRICAL METHODS OF  
OPTIMIZATION OF ENGINEERING  
NETWORKS

V. Y. Volkov, K. A. Kuspekov

In article the technique of construction of an optimum configuration of the shortest tree for five points of a plane with the ortogonal metrics is considered. The weight is enclosed to each point – the factor considering indicators of an engineering network.

**Keywords:** the shortest tree, the shortest lines, point weight.

УДК 621.879

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
"ЭКСКАВАТОР – ОПЕРАТОР"

П. А. Корчагин

**Аннотация.** В статье описывается математическая модель динамической системы "экскаватор - оператор". Представлена расчетная схема одноковшового экскаватора на базе промышленного трактора. Дана методика формирования уравнений геометрических связей и описана методика формирования уравнений динамики для системы "экскаватор - оператор".

**Ключевые слова:** математическая модель, экскаватор.

**Введение**

В городском и коммунальном хозяйстве для выполнения небольших объемов земляных работ широко используются экскаваторы на базе промышленного трактора. Доля транспортного режима в сменном цикле работы такого экскаватора довольно высока. Эффективность работы экскаватора напрямую связана с уменьшением времени перебазирования с одного объекта на другой, что в свою очередь влечет стремление оператора к увеличению транспортной скорости. Увеличение транспортной скорости напрямую

Bibliographic list

1. Volkov V. J. Building topology shortest tree of minimum weight for the five points of the plane with the Euclidean metric / Q. I Volkov, KA Kuspekov // Omsk Scientific Bulletin. - Omsk, 2012. - № 1 (107). - Pp. 11-13.
2. Esmuhan J. M., K. A. Kuspekov Applied Geometry utilities. / Esmuhan J. M. , Kuspekov K. A. / Monograph. - Almaty.: Gylym, 2012g.-132c.
3. Kuspekov K. A. Algorithm for constructing an optimal configuration of the transport network of factories / K. A. Kuspekov // Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. - 2010. - № 3. - Pp. 97-99.

*Волков Владимир Яковлевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика» Сибирская государственная автомобильно-дорожная, e-mail: volkov\_vy39@mail.ru.*

*Куспеков Кайырбек Амиргазыулы - кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Начертательная геометрия и инженерная графика» Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г.Алматы. e-mail: kuspekov\_k@mail.ru*

влечет за собой повышение динамических нагрузок со стороны дороги. Серийно выпускаемые машины, как правило, обеспечивают безопасные условия труда оператора, предусмотренные санитарными нормами. Однако следует стремиться к более качественным показателям виброзащитенности рабочего места оператора, таким, например, как «комфорт». Для получения научно обоснованных рекомендаций по выбору параметров системы виброзащиты оператора экскаватора от динамических воздействий, возникающих в рабочем и транспортных режимах, на стадии

проектирования необходимо обладать математической моделью машины.

**Основная часть**

Отличительной особенностью экскаваторов на базе промышленного трактора является неполноповоротное опорно-поворотное устройство и балансирующая подвеска переднего моста. Обобщенная расчетная схема динамической системы "экскаватор – оператор"

(рис. 1.) представляет собой систему с восемью массами: базовый трактор; опорно-поворотное устройство; передний мост экскаватора; кабина экскаватора; оператор, включая массу кресла; стрела экскаватора, включая массу гидроцилиндра рукоятки стрелы; рукоять, включая массу гидроцилиндра ковша; ковш экскаватора и отвал экскаватора.

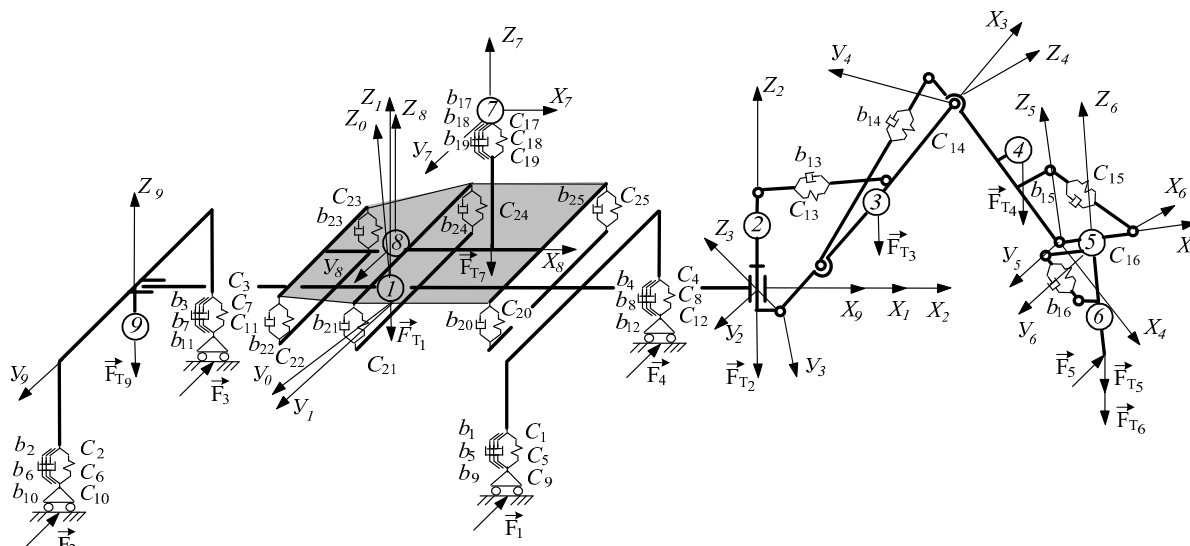


Рис. 1. Пространственная расчетная схема одноковшового экскаватора

Для описания динамической системы принята правая инерциальная система координат  $O_0X_0Z_0Y_0$  (движущейся вместе с экскаватором), центр которой - точка  $O_0$  в состоянии покоя совпадает с координатой центра масс экскаватора. Ось  $X_0$  направлена вдоль продольной оси трактора, ось  $Z_0$  направлена вертикально вверх, а ось  $Y_0$  дополняет их до правой триады.

При описании экскаватора в пространстве используются 9 локальных систем координат (по числу сосредоточенных масс).

Положения элементов системы в пространстве определяют 19 обобщенных координат  $q_i$ .

Математическое описание одноковшового экскаватора как сложной динамической системы основано на следующих допущениях:

- экскаватор представляет собой пространственный шарниросочлененный многосвязный механизм с наложенными на него упруговязкими динамическими связями;
- люфты в шарнирах отсутствуют;
- элементы рабочего оборудования представлены как абсолютно жесткие стержни с сосредоточенными массами;
- силы сухого трения в гидроцилиндрах отсутствуют;

- элементы ходового оборудования имеют постоянный контакт с грунтом.

Динамические показатели элементов подвески кабины, гидроцилиндров рабочего оборудования и элементов ходового оборудования характеризуются коэффициентами жесткости  $C$  и коэффициентами вязкого трения  $b$ .

Точки центров масс  $S_i$  совпадают с точками  $m_i$  (для звеньев 1, 2, 3, 4) и с осями шарниров (для звеньев 5, 6, 7, 8). В точках центров масс приложены силы тяжести  $G_i$ . На элементы ходового оборудования действуют силы  $F_i$ :  $\vec{F}_i = [F_{ix}; F_{iy}; F_{iz}; 1]^T$ .

Для описания элементов экскаватора использовался метод однородных координат. Данный метод позволяет любую точку, заданную в системе координат  $O_i X_i Y_i Z_i$  вектором  $R_i$  (рис. 2), представить в системе координат  $O_{i-1} X_{i-1} Y_{i-1} Z_{i-1}$  вектором  $R_{i-1}$ . Уравнение перехода в этом случае запишется в следующем виде [1]:

$$R_{i-1} = A_i \cdot R_i,$$

где  $A_i$  – блочная матрица размером  $4 \times 4$ , состоящая из матриц поворота и переноса осей координат.

Выражения скоростей элементов системы получены путем дифференцирования (с использованием дифференцирующих матриц) уравнений геометрических связей.

Сформированные таким образом уравнения кинематики позволяют определить положение, скорость и ускорение элементов системы в любой момент времени как в локальной, так и в инерциальной системе координат.

Известно, что любой четырехзвенный механизм может быть представлен четырьмя векторами (рис. 2): вектором  $\vec{R}_{0i}$ , соединяющим начала  $i$  и  $i-1$  локальных систем координат, векторами  $\vec{R}_{Bu}$  и  $\vec{R}_{Hu}$ , соединяющими начала локальных систем координат с точками упруговязкого элемента и вектором  $\vec{R}_{\Pi}$ , соединяющим концы упруговязкого эле-

мента. Отсюда вектор  $\vec{R}_{\Pi}$  может быть получен следующим образом [2]:

$$\vec{R}_{\Pi} = \vec{R}_{0i} + \vec{R}_{Bu} - \vec{R}_{Hu}.$$

Для упрощения расчетов вектор подвижного конца упруговязкого элемента переведен в систему координат  $i-1$  неподвижного конца.

$$\vec{R}_{\Pi} = \Gamma_u \cdot \vec{R}_{Bu} - \vec{R}_{Hu},$$

где  $\Gamma_u$  – матрица перехода из системы координат  $i$  подвижного конца упруговязкого элемента в систему координат  $i-1$  неподвижного конца;  $\vec{R}_{Bu}$  – вектор точки координат подвижного конца упруговязкого элемента в системе координат  $i$ ;  $\vec{R}_{Hu}$  – вектор точки координат неподвижного конца упруговязкого элемента в системе координат  $i-1$ .

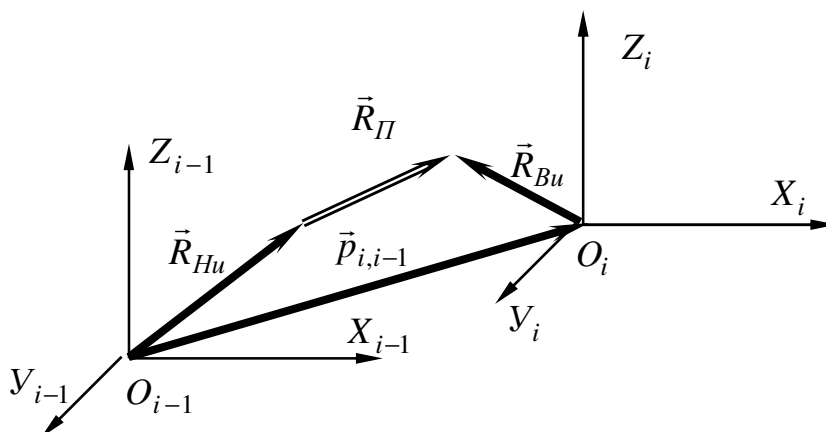


Рис. 2. Векторное описание четырехзвенного механизма /1/

Линеаризация полученных выражений проведена методом Тейлора. В результате получены уравнения подвижных концов упруговязких элементов в линеаризованной форме [1]:

$$\vec{R}_{Bu} = \sum_{j=1}^{\ell} M_{uj} \cdot q_j \cdot \vec{R}_u,$$

$$\text{где } M_{uj} = \frac{\partial \Gamma_u}{\partial q_j}.$$

Векторы скорости концов упруговязких элементов в линеаризованной форме имеют вид [1]:

$$\dot{\vec{R}}_{Bu} = \frac{d\vec{R}_{ur}}{dt} = \sum_{j=1}^{\ell} M_{uj} \cdot \dot{q}_j \cdot \vec{R}_u.$$

Полученные уравнения позволяют определить координаты, значение скорости подвижных концов упруговязких элементов в любой момент времени.

Принятая в работе расчетная схема позволяет составить уравнения динамики сис-

темы "экскаватор – оператор". Для этого использовался метод уравнений Лагранжа второго рода. Уравнения движения будут иметь вид [2]:

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial K}{\partial \dot{q}_j} \right] - \frac{\partial K}{\partial q_j} + \frac{\partial P}{\partial q_j} + \frac{\partial \Phi}{\partial q_j} = Q_j.$$

Полная кинетическая энергия звеньев экскаватора получена как сумма кинетических энергий всех звеньев, обладающих инерционными свойствами [2]:

$$K = \sum_{i=1}^k K_i.$$

Если представить каждое звено как совокупность множества точек с координатами  $\vec{R}_i$ , заданными в локальной системе координат данного звена и имеющими бесконечно малую массу  $dm$ , то кинетическая энергия звена определится по формуле [2]:

$$dK_i = \frac{1}{2} |\dot{\bar{R}}_{0i}|^2 dm ;$$

Учитывая, что

$$|\dot{\bar{R}}_{0i}|^2 = \text{tr}[\dot{\bar{R}}_{0i} \dot{\bar{R}}_{0i}^T];$$

и, используя выражение

$$\dot{R}_{0i} = \sum_{j=1}^l U_{ij} \frac{dq_j}{dt} \cdot R_i = V_i \cdot R_i ;$$

получим [2]:

$$dK_i = \frac{1}{2} \text{tr}[V_i \dot{R}_i \dot{R}_i^T V_i^T] dm .$$

Полную кинетическую энергию звена определим с помощью интегрирования [2]:

$$K_i = \frac{1}{2} \text{tr} \left[ V_i \left[ \int_{(m)} R_i R_i^T dm \right] V_i^T \right] = \frac{1}{2} \text{tr} [V_i H_i V_i^T]$$

Определим  $H_i$  по формуле [1]:

$$H_i = \int_{(m)} R_i R_i^T dm = \begin{bmatrix} \int_{(m)} X_i^2 dm & \int_{(m)} X_i Z_i dm & \int_{(m)} X_i Y_i dm & \int_{(m)} X_i dm \\ \int_{(m)} X_i Z_i dm & \int_{(m)} Z_i^2 dm & \int_{(m)} Z_i Y_i dm & \int_{(m)} Z_i dm \\ \int_{(m)} X_i Y_i dm & \int_{(m)} Z_i Y_i dm & \int_{(m)} Y_i^2 dm & \int_{(m)} Y_i dm \\ \int_{(m)} X_i dm & \int_{(m)} Z_i dm & \int_{(m)} Y_i dm & m_i \end{bmatrix}$$

Кинетическая энергия всех звеньев динамической системы будет равна:

$$K = \sum_{i=1}^k \frac{1}{2} \text{tr} [V_i H_i V_i^T].$$

Продифференцируем это выражение и получим

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial K}{\partial \dot{q}_j} \right] = \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^k \text{tr} [U_{ij} H_i U_{ij}^T] \ddot{q}_j .$$

Потенциальную энергию системы определим как сумму потенциальных энергий звеньев в поле тяготения  $P_g$  и потенциальной энергии упругих элементов  $P_y$  [1]:

$$P = P_y + P_g .$$

Потенциальную энергию в поле сил тяготения  $P_g$ , для принятой расчетной схемы определим по формуле [1]

$$P_g = \sum_{i=1}^k m_i g G^T T_i R_i ,$$

где  $G = [0 \ 1 \ 0 \ 0]^T$ ;  $g$  – ускорение свободного падения.

Потенциальную энергию упругих элементов  $P_y$  определим из уравнения Клайперона [2]:

$$P_y = \sum_{u=1}^n C_u \lambda_u^2 ,$$

где  $C_u$  – коэффициент упругости  $u$ -го упругого элемента;  $\lambda_u^2$  – полная деформация  $u$ -го упругого элемента.

Для принятой расчетной схемы последнее выражение запишется следующим образом [2]:

$$P_y = \sum_{u=1}^n C_u |\bar{R}_u|^2 .$$

С учетом выражений  $\bar{R}_0 = T_i \cdot \bar{R}_i$  и  $\bar{R}_{bu} = \sum_{j=1}^l M_{uj} \cdot q_j \cdot \bar{R}_u$  можно записать:

$$P_y = \sum_{u=1}^n \text{tr} [Q_u N_u Q_u^T] ,$$

где  $N_u = C_u |\bar{R}_u \bar{R}_u^T|$ ;  $Q_u = \sum_{j=1}^l M_{uj} \cdot q_j$

Уравнение для полной потенциальной энергии примет вид [2]:

$$P = \sum_{i=1}^k m_i g G^T T_i \bar{R}_i + \frac{1}{2} \sum_{u=1}^n \text{tr} [Q_u N_u Q_u^T] .$$

Продифференцируем данное уравнение и получим [2]:

$$\frac{\partial P}{\partial q_j} = \sum_{i=1}^k m_i g G^T U_{ij} \bar{R}_i + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^l \sum_{u=1}^n \text{tr} [M_{uj} N_u M_{uj}^T] .$$

Диссипативная функция системы  $\Phi$  представлена в виде функции Релея [1]:

$$\Phi = \sum_{u=1}^n b_u \dot{\lambda}_u^2 ,$$

где  $b_u$  – приведенный коэффициент вязкости  $u$ -го элемента;  $\dot{\lambda}_u$  – скорость деформации  $u$ -го элемента.

Для принятой расчетной схемы последнее выражение примет вид [2]:

$$\Phi = \sum_{u=1}^n b_u |\dot{\bar{R}}_u|^2 .$$

Продифференцируем это выражение и получим [2]:

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{u=1}^n \text{tr} [W_u B_u W_u^T] ;$$

$$B_u = b_u |\dot{\bar{R}}_u \dot{\bar{R}}_u^T| ;$$

$$W_u = \sum_{j=1}^l M_{uj} \cdot q_j .$$

Внешние силы, воздействующие на рабочий орган и элементы ходового оборудования, представлены в виде вектора столбца обобщенных сил  $Q_{jf}$ , действующих по обобщенным координатам. Элементы вектора столбца определяются по формуле [1]:

$$Q_j = \sum_{r=1}^m \bar{F}_r \frac{\partial \bar{R}_{0r}}{\partial q_j},$$

где  $\bar{F}_r$  – силы, приложенные к звеньям расчетной силы;  $\bar{R}_{0r}$  – вектор координат точки приложения силы в инерциальной системе координат.

Для принятой расчетной схемы получим [2]:

$$\bar{Q}_j = \sum_{r=1}^m \bar{F}_r U_{ij} \bar{R}_{ir},$$

где  $\bar{R}_{ir}$  – вектор координат точки приложенной в локальной системе координат.

Подставим в уравнение Лагранжа второго рода выражения кинетической и потенциальной энергий, диссипативной функции и обобщенных сил и получим систему уравнений, каждое из которых имеет вид [1]:

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{\ell} \text{tr}[U_{ij} H_i U_{iv}^T] \ddot{q}_j + \sum_{u=1}^n \sum_{j=1}^{\ell} \text{tr}[M_{uj} B_u M_{uv}^T] \dot{q}_j + \sum_{u=1}^n \sum_{j=1}^{\ell} \text{tr}[M_{uj} N_u M_{uv}^T] q_j + \sum_{i=1}^k m_i g G^T U_{ij} \bar{R}_i = \sum_{r=1}^m \bar{F}_r U_{ij} \bar{R}_{ir}.$$

Полученная система уравнений в векторно-матричной форме будет иметь вид [1]:

$$A_q \ddot{q} + B_q \dot{q} + C_q q = \bar{Q}_f,$$

где  $A_q, B_q, C_q$  – матрицы коэффициентов дифференциальных уравнений размером  $19 \times 19$ ;  $\bar{q}, \dot{\bar{q}}, \ddot{\bar{q}}$  – матрицы размером  $19 \times 1$ , представляющие малые значения соответственно ускорений, скоростей и обобщенных координат;  $\bar{Q}_f$  – матрица сил размером  $19 \times 1$ .

Элементы матриц  $A_q, B_q, C_q$  определяются по следующим формулам [2]:

$$a_{jv} = \sum_{i=1}^k \text{tr}[U_{ij} H_i U_{iv}^T];$$

$$b_{jv} = \sum_{u=1}^n \text{tr}[M_{uj} B_u M_{uv}^T];$$

$$c_{jv} = \sum_{u=1}^n \text{tr}[M_{uj} N_u M_{uv}^T].$$

### Заключение

Разработанная математическая модель динамической системы "экскаватор – оператор", представляющая собой систему с двенадцатью дифференциальными уравнениями 2 порядка с переменными коэффициентами, являющимися функциями конструктивных параметров и больших значений обобщенных координат с точностью, достаточной для решения инженерных задач, позволяет проводить исследование влияния конструктивных параметров, динамических свойств элементов системы при приложении к ней динамических воздействий.

### Библиографический список

1. Вибрация в технике: Справочник в 6-ти Т. /Под ред. К. В. Фролова. - М.: Машиностроение, 1981. - 456 с.
2. Снижение динамических воздействий на однокорпусной экскаватор: Монография / В. С. Щербakov, П. А. Корчагин. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2000. - 147 с.

### MATHEMATICAL MODEL OF THE DYNAMIC SYSTEM «EXCAVATOR - OPERATOR»

P. A. Korchagin

In this article is described mathematical model of dynamic system "excavator – driver" and the scheme of one-ladle excavator. The equations of geometrical connection and the methodic formation of the equations of dynamics for system "excavator – driver" are given in article.

**Keywords:** mathematical model, excavator.

### Bibliographic list

1. Vibration in engineering: a Handbook 6 Tons /Ed. by K. V. Frolov. - M: machine-building, 1981. - 456 С.
2. Reduction of dynamic loads on a single bucket excavator: Monograph / V. S. Shcherbakov, P. A. Korchagin. - Omsk: Omsk in SibADI, 2000. - 147 С.

*Корчагин Павел Александрович - доктор технических наук, профессор, Каф. «Механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)». новое направление научных исследований: развитие научных основ проектирования виброзащитных систем строительных и дорожных машин. Общее количество публикаций – 52. e-mail: korchagin\_pa@mail.ru*

УДК 515.2

## ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ НА ПЛОСКОСТИ С ПОЛЯРНОЙ МЕТРИКОЙ

К. А. Куспеков

**Аннотация.** В статье рассматривается модифицированный алгоритм построения оптимальной конфигурации кратчайшего дерева для четырех точек плоскости с полярной метрикой. К каждой точке приложен вес – коэффициент, учитывающий экономические показатели инженерной сети.

**Ключевые слова:** кратчайшее дерево, кратчайшие линии, вес точки.

### Введение

При определении оптимальной конфигурации инженерных сетей криволинейные участки трассы, можно аппроксимировать отрезками дуг окружностей. В такой постановке геометрическая модель таких задач представляет собой плоскость с полярной метрикой [1].

В [2] были геометрически исследованы и построены различные топологии кратчайшего дерева (КД) для трех точек плоскости с полярной метрикой. При этом к заданным точкам приложены некоторая положительная величина  $q$ , называемая весом точки, интерпретирующая экономические показатели инженерной сети.

**Построение оптимальной конфигурации полярной сети.** Пусть на плоскости с фиксированной полярной системой координат [2] заданы точки с весами  $M_1, q_1; M_2, q_2; M_3, q_3; M_4, q_4$  (рис.1.).

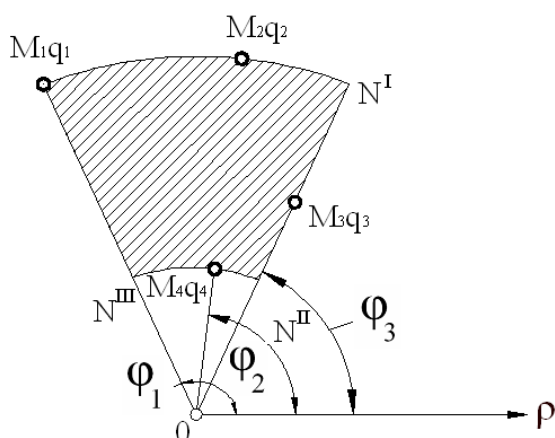


Рис. 1. Заштрихованная часть: зона подвижности сети

Для построения конфигурации кратчайшего дерева для заданных четырех точек с различными значениями веса, имеющую минимальную суммарную длину  $L$ , проведем построения Штейнера аналогично плоскости с евклидовой метрикой, т.е. введем в сеть дополнительную точку Штейнера оптимизирующее решение задачи. Определим положение и координаты дополнительно вводимой точки Штейнера, для этого проведем радиальные и дуговые отрезки через точки  $M_1, q_1; M_2, q_2; M_3, q_3; M_4, q_4$  и получим криволинейный четырехугольник  $M_1 q_1 N' N''$ . Заданные точки можно соединить множеством дуго-радиальных отрезков и построить различные конфигурации КД<sub>4</sub> в заштрихованной зоне (рис.1.). Рассмотрим построение оптимальной структурной схемы конфигурации КД<sub>4</sub> при различных значениях веса в точках. Построения проведем в два этапа.

1 этап. На этом этапе построение проведем для случая, когда весовые коэффициенты имеют одинаковые значения  $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$ . Используем алгоритм [2]:

Шаг 1. Определяем расстояние между заданными точками по формуле:

$$d(M_1, M_2) = \begin{cases} p_1 + p_2, & \text{если } |\varphi_1 - \varphi_2| \geq 2; \\ |p_1 + p_2| + p_1 |\varphi_1 - \varphi_2|, & \text{если } |\varphi_1 - \varphi_2| < 2, \text{ и } p_1 < p_2; \\ |p_1 - p_2| + p_2 |\varphi_1 - \varphi_2|, & \text{если } |\varphi_1 - \varphi_2| < 2, \text{ и } p_1 > p_2. \end{cases}$$

Наименьшим расстоянием обладают точки  $M_3, q_3$  и  $M_4, q_4$ . Через точки  $M_3$  и  $M_4$  проведем радиальные отрезки с центром  $O$  и дуговые отрезки  $M_3, q_3 N'$  и  $N'' N'''$ . Получим конфигурацию криволинейного четырехугольника  $M_3, q_3 N M_4, q_4 N'''$  (рис. 2.).



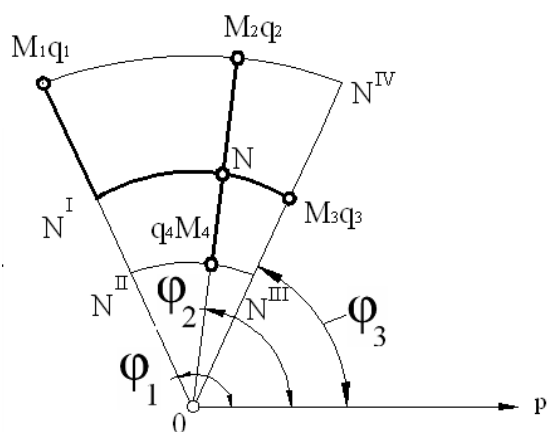


Рис. 2. Топология 1 при  $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$

Радиальные отрезки  $M_4, q_4 N = M_3, q_3 N'''$ , а дуговые отрезки, т.е.  $M_4, q_4 N''' < N M_3, q_3$ . Поэтому исходя из принципа наименьшего удлинения и с учетом равенства весовых коэффициентов, на первом шаге соединяем точку  $M_3, q_3$  через точку перехода  $N'''$  с точкой  $M_4, q_4$ , кратчайшим дуго-радиальным отрезком, образуется кратчайшее дерево для двух точек  $M_3, M_4$  – КД<sub>2</sub>.

Шаг 2. Вычисляем и сравниваем расстояние между КД<sub>2</sub> и точками  $M_1, q_1$  и  $M_2, q_2$ . Просчитав все варианты соединения по дуго-радиальным отрезкам выявляем, к КД<sub>2</sub> нужно соединить точку  $M_2, q_2$  через узловую точку N. По аналогии задачи Штейнера на плоскости с евклидовой метрикой, назовем её также точкой Штейнера на полярной сети. Тогда КД<sub>2</sub> трансформируется, строим КД<sub>3</sub> для точки  $M_2, q_2$  и КД<sub>2</sub> через точку Штейнера N.

Шаг 3. На этом шаге присоединяем точку  $M_1, q_1$  с КД<sub>3</sub> через точку  $M_2, q_2$  дуговым отрезком. Построенная конфигурация кратчайшего дерева для четырех точек имеет минимальную суммарную длину:

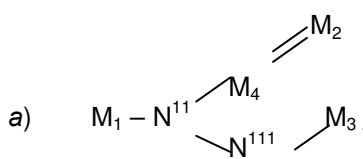
$$L = q(|M_1 M_2| + |M_2 N| + |NM_3| + |NM_4|) = q(|M_1 N'| \text{ или } L = q(|p_1(\varphi_1 - \varphi_2)| + |p_2 - p_4| + p_3|\varphi_2 - \varphi_3|).$$

2 этап. Пусть весовые коэффициенты

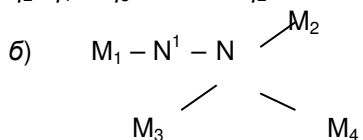
$$q_1 > q_2 \leq q_4, \quad q_3 > q_2. \quad (1)$$

Модифицируем алгоритм [2], также исходя из принципа наименьшего удлинения но с учетом весовых коэффициентов (1) строим следующую структурную схему конфигурации кратчайшего дерева КД<sub>4</sub>:

Выбираем две точки имеющие кратчайшее расстояние с учетом веса. Из равенства (1) строим структурную схему соединения а) для случая когда  $q_2$  меньше  $q_4$ :



Строим структурную схему для случая  $q_2 = q_4$  и  $q_3$  меньше  $q_2$ :



Используя аналогичные структурные схемы и модифицированный алгоритм построения кратчайших связывающих компланарное множество из  $m$  точек линии на плоскости с полярной метрикой с разными весовыми коэффициентами, можно конструировать различные конфигурации кратчайшего дерева удовлетворяющие наперед заданным условиям.

**Заключение**

Проведенные построения показывают, что геометрия плоскости с полярной метрикой значительно сложнее плоскости с евклидовой и ортогональной метрикой. Но на практике такие модели имеют важное значение. Дают возможность моделировать инженерные сети такими кратчайшими деревьями с полярной метрикой, и построить сеть, удовлетворяющей наперед заданным требованиям. Очевидно, конструктор имеет возможность построить несколько вариантов и выбрать оптимальную сеть.

**Библиографический список**

1. Есмуханов Ж. М. Геометрия плоскости с полярной метрикой / Ж. М. Есмуханов // Прикладная геометрия и инженерная графика: сб. науч.тр. / КазПТИ. - Алма-Ата, 1978. - Вып. 3. - С.10-15.
2. Куспеков К. А. Минимальное деревья на  $E^2$  с полярной метрикой. Материалы 6-Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» и 10-летию Украинской ассоциации по прикладной геометрии. 21-24 апреля 2009 г. – Харьков, С.93-97.
3. Куспеков К. А. Определение оптимальной топологии кратчайшего дерева для четырех точек плоскости с полярной метрикой / К. А. Куспеков, В. Я. Волков // Вестник СибАДИ. - 2011. - № 1. – С. 66.

**GEOMETRICAL MODELING OF ENGINEERING NETWORKS ON THE PLANE WITH A POLAR METRICS**

K. A. Kuspekov

In article the technique of construction of an optimum configuration of the shortest tree for four points of a plane with the polar metrics is considered.

The weight is enclosed to each point – the factor considering indicators of an engineering network.

**Keywords:** the shortest tree, the shortest lines, point weight.

#### Bibliographic list

1. Esmuhanov J. M. Plane geometry with polar metric / JM Esmuhanov // Applied Geometry and Engineering Graphics: Fri. nauch.tr. / KazPTI. - Alma-Ata, 1978. - Issue. 3. - P.10-15.

2. Kuspekov K. A. Minimum trees on E2 with a polar metric. Proceedings of 6th International nano-practical conference dedicated to the 125th anniversary of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" and the 10th anniversary of the

Ukrainian Association of Applied Geometry. 21-24 April 2009 - Kharkiv, p. 93-97.

3. Kuspekov K. A. Determination of the optimal topology of the shortest tree for four points in the plane with polar metric / K. A. Kuspekov, V. Volkov, J. // Vestnik SibADI. – 2011 - № 1. – P. 66.

*Куспеков Кайырбек Амиргазыулы - кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Начертательная геометрия и инженерная графика» Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы. e-mail: kuspekov\_k@mail.ru*

УДК 532.542

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

О. Л. Маломыжев, А. Г. Семенов, В. В. Скутельник

**Аннотация.** Рассмотрена методика расчета подвода масла к деталям машин и механизмов, главным образом транспортных и технологических систем, с целью смазки или гидравлического управления. При этом дан вывод уравнения движения сжимаемой жидкости, предложена классификация линий подачи смазки и вывод основных расчетных зависимостей для характерных участков, разработана математическая модель системы смазки. Модель позволяет использовать представления о переменной плотности смазочного материала и связанном с этим переходе от объемных расходов к массовым.

**Ключевые слова:** подача смазки, сжимаемость жидкости, уравнение движения жидкости, математическая модель, методика.

#### Введение

Большинство механических устройств, – транспортных и технологических машин и механизмов, – работает в условиях искусственной смазки пар трения. В гидравлических системах управления также широко применяется масло. Сложные устройства могут иметь, соответственно, достаточно сложные гидравлические системы смазки и управления. Движение масла по линиям подачи, выполненных внутри элементов сборочных единиц, в частности, коробок перемены передач автотранспортных средств, относится к вынужденному движению сжимаемой среды (под давлением, создаваемым насосом/насосной станцией, под действием гравитации и центробежных сил). Теоретическое исследование подачи смазочного материала к элементам – необходимое условие грамотного конструирования, оптимизации машин и механизмов.

#### Основная часть

##### 1. Уравнение движения сжимаемой среды

Движение масла по линиям систем смазки относится к вынужденному движению сжимаемой среды по линиям подачи, выполненных внутри элементов сборочных единиц.

Уравнения движения среды могут быть получены из уравнения переноса субстанции [1], когда в качестве переносимой субстанции рассматривается величина импульса  $\rho \bar{V}$  и в векторной форме их можно записать:

$$\frac{\partial \rho \bar{V}}{\partial \tau} + \text{div}(\rho \bar{V} \bar{V}) = -\text{grad}(p) - \text{div}(G) + \sum \rho_k F_k, \quad (1)$$

где  $\frac{\partial \rho \bar{V}}{\partial \tau}$  – локальное изменение количе-

ства движения в единицу времени;  $\text{div}(\rho \bar{V} \bar{V})$

– конвективный перенос количества движе-

ния;  $\text{grad}(\rho)$  – сила давления, рассчитанная на единицу объема;  $\text{div}(G)$  – изменение количества движения в единицу времени за счет сил внутреннего трения (диффузионный перенос количества движения);  $\sum \rho_k F_k$  – суммарное действие всех внешних сил.

Уравнение неразрывности для среды с переменной плотностью имеет вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \text{div}(\rho \bar{V}) = 0. \quad (2)$$

Раскрывая правую часть уравнения (1) и учитывая уравнение (2), получим:

$$\rho \left( \frac{\partial \bar{V}}{\partial \tau} + \bar{V} \text{grad}(\bar{V}) \right) = -\text{grad}(\rho) - \text{div}(G) + \sum \rho_k F_k$$

или

$$\rho \left( \frac{\partial \bar{V}}{\partial \tau} \right) = -\text{grad}(\rho) - \text{div}(G) + \sum \rho_k F_k. \quad (3)$$

Большинство линий подач систем смазки расположено внутри деталей, имеющих вращательное движение.

В таких случаях возникают центробежные силы, воздействующие на поток смазочного материала.

Для стационарного режима течения уравнение (3) в проекциях на оси цилиндрической системы координат  $(r, \theta, z)$  запишется:

$$\rho \left( V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} - \frac{V_\theta^2}{r} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} \right) = \frac{\partial P}{\partial z} - \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r G_{zz}) + \frac{1}{r} \frac{\partial G_{z\theta}}{\partial \theta} - \frac{G_{\theta\theta}}{r} + \frac{r G_{zz}}{\partial z} \right] + \rho q_z \quad (4)$$

$$\rho \left( V_r \frac{\partial V_\theta}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{V_r V_\theta}{r} + V_z \frac{\partial V_\theta}{\partial z} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial \theta} - \left[ \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 G_{r\theta}) + \frac{1}{r} \frac{\partial G_{\theta\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial G_{\theta z}}{\partial z} \right] + \rho q_\theta \quad (5)$$

$$\rho \left( V_z \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \theta} + V_z \frac{\partial V_\theta}{\partial z} \right) = \frac{\partial P}{\partial z} - \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r G_{zz}) + \frac{1}{r} \frac{\partial G_{\theta z}}{\partial \theta} + \frac{\partial G_{zz}}{\partial z} \right] + \rho q_z \quad (6)$$

В полученных уравнениях содержатся выражения кориолисовой  $\left( \rho \frac{V_r V_\theta}{r} \right)$  и центробежной  $\left( \rho \frac{V_\theta^2}{r} \right)$  сил, а также компоненты тензора вязких напряжений  $G_{ij}$ .

Компоненты  $G_{ij}$  для ньютоновских жидкостей в цилиндрической системе координат записываются:

$$G_{rr} = -\mu \left[ 2 \frac{\partial V_r}{\partial r} - \frac{2}{3} \text{div}(\bar{V}) \right], \quad (7)$$

$$G_{\theta\theta} = -\mu \left[ 2 \left( \frac{1}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial V_r}{r} \right) - \frac{2}{3} \text{div}(\bar{V}) \right], \quad (8)$$

$$G_{zz} = -\mu \left[ 2 \frac{\partial V_z}{\partial z} - \frac{2}{3} \text{div}(\bar{V}) \right], \quad (9)$$

$$G_{r\theta} = G_{\theta r} = -\mu \left[ r \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{V_\theta}{r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \theta} \right], \quad (10)$$

$$G_{\theta z} = G_{z\theta} = -\mu \left[ \frac{\partial V_\theta}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \theta} \right], \quad (11)$$

$$G_{rz} = G_{zr} = -\mu \left[ \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial z} \right], \quad (12)$$

$$\text{div}(\bar{V}) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r V_z) + \frac{1}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial V_z}{\partial z}, \quad (13)$$

где  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости жидкости.

Представленные уравнения достаточно сложны и их использование для расчета подач смазочного материала затруднительно. К тому же, входящие в уравнения значения плотности  $\rho$  и вязкости  $\mu$  являются функцией параметров состояния, к которым следует отнести давление и температуру, определение которых требует использования дополнительных уравнений.

Целесообразно для расчета величин подач использовать упрощенные уравнения, которые могут быть получены при оценке реальных геометрических форм линий подач. При этом необходимо выделить основные составляющие уравнений, влияющие на величину подачи смазочного материала, а менее значимые учесть введением специальных коэффициентов.

Малые диаметры линий подач по отношению к их длине дают возможность использовать для описания движения жидкости одномерные модели, определяющие величину подачи масла в осевом направлении. Перемещение жидкости в остальных направлениях создает диссипацию импульса и учитывается коэффициентами, которые могут быть определены из уравнений (4) ÷ (13), либо экспериментально. Использование одномерной модели дает возможность исключать большинство членов из уравнений (4) ÷ (13) и получить тем

самым наиболее простые и удобные для расчета зависимости.

**2. Классификация линий подачи смазки и вывод основных расчетных зависимостей для характерных участков**

В сборочных единицах встречается достаточно большое многообразие маслоподающих линий, которые отличаются друг от друга формой, а также своим расположением относительно оси вращения (вращающиеся ли-

нии). Вращение линий может происходить относительно их собственной оси, вокруг оси, параллельной оси линии, либо ось линии может располагаться под различными углами к оси вращения. Рассмотрим три наиболее специфических вида каналов, которые изображены на рисунке 1: неподвижный; канал, вращающийся вокруг собственной оси, и канал, вращающийся вокруг оси, перпендикулярной его собственной.

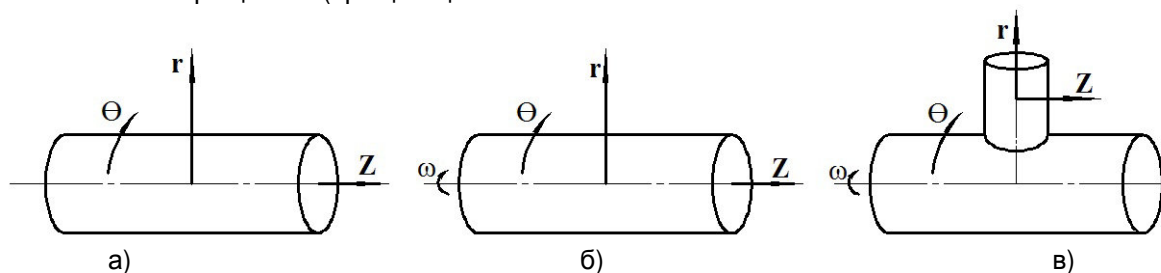


Рис. 1. Виды каналов движения масла:

а) – неподвижный; б) – с осевым вращением; в) – с радиальным вращением

Для неподвижного канала изменение осевой составляющей скорости потока в радиальном направлении можно учесть введением коэффициента неравномерности потока  $\alpha_z$ . В связи с осевой симметрией канала, уравнения (4) и (5) вырождаются, а уравнение (6) будет иметь следующий вид:

$$\alpha \rho V_z \frac{dV_z}{dz} = -\frac{dp}{dz} - \Phi_z + \rho g_z, \quad (14)$$

$$\text{где } \Phi_z = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r G_{zz} + \frac{1}{r} \frac{\partial G_{\theta r}}{\partial \theta} + \frac{\partial G_{zz}}{\partial z} \right). \quad (15)$$

Выразив величину  $\Phi_z$  в виде доли, по отношению к величине  $\rho V_z \frac{dV_z}{dz}$ , получим:

$$\Phi_z = \phi_z \rho V_z \frac{dV_z}{dz},$$

откуда

$$\phi_z = \Phi_z / \left( \rho V_z \frac{dV_z}{dz} \right). \quad (16)$$

Тогда, переписав уравнение (14) относительно величины давления с учетом (16) и, помножив его на  $dz$ , получим:

$$dP = -(\alpha_z + \alpha \phi_z) \rho V_z + \rho G V_z. \quad (17)$$

Уравнение неразрывности для рассматриваемого случая имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial r} (\rho V_z) = 0,$$

что означает постоянство величины массового расхода для каждого сечения канала:

$$(\rho f V)_i = G = \text{const}, \quad (18)$$

где  $G$  – массовый расход смазочного материала через канал.

Интегрируя выражение (17) по длине канала  $Z$  в пределах  $(0, \dots, l_k)$  с учетом (18), получим:

$$P_k - P_0 = -(\alpha_z + \phi_z) \frac{1}{2 \rho_i f_i^2} G^2 + \rho_i g_z l_k.$$

Или, учитывая, что направление движения противоположно градиенту давления,

$$\Delta P - P_{cr} = (\alpha_z + \phi_z) \frac{G^2}{2 \rho_i f_i^2}, \quad (19)$$

где  $\Delta P = P_k - P_0$  – перепад давления по оси канала;  $P_{cr} = \rho_i g S_i l_i$  – давление, создаваемое силой тяжести;  $\alpha_z$  – угол наклона канала к горизонтальной плоскости;  $\rho_i$  – среднеобъемная плотность масла в канале, которая определяется по формуле:

$$\rho_i = \int_{l_{0i}}^{l_{ki}} dp_i dl.$$

Величину диссипации импульса  $\phi_z$  в гидравлике принято оценивать как состоящую из двух компонентов:

$$\phi_z = \lambda \frac{L}{d_r} + \xi, \quad (20)$$

где  $\lambda$  – коэффициент потерь на трение (коэффициент Дарси);  $L$  – длина канала;  $d_2$  – гидравлический диаметр канала;  $\xi$  – коэффициент местных гидравлических сопротивлений.

Сведения по определению величин  $\lambda$  и  $\xi$  имеются в литературе [3 – 6].

Для канала, вращающегося вокруг собственной оси (рис. 1, б), нельзя пренебрегать ни одним из членов уравнения (4) ÷ (13). Однако учитывая, что, как и для неподвижного канала, практический интерес представляет расход жидкости в осевом направлении, можно сохранить рассмотренный ранее подход к составлению модели и принять ее в форме (19). Для этого необходимо выбрать соответствующие значения коэффициентов  $\alpha$  и  $\varphi$ , которые соответствуют указанным условиям вращения.

Можно отметить, что значения коэффициентов потерь на трение для каналов, имеющих осевое и радиальное вращение, изучены достаточно глубоко и есть все необходимые сведения для расчета величин подач через каналы таких видов.

Для каналов, имеющих осевое вращение, коэффициент сопротивления  $\varphi$  следует определять по формуле:

$$\phi = \sum \xi + \lambda \frac{l}{d},$$

где  $\sum \xi$  – сумма местных гидравлических сопротивлений, каждое из которых определяется по данным работ [3, 5, 7];  $l$  – длина канала;  $d$  – гидравлический диаметр канала. Коэффициент  $\lambda$  определяется по формуле:

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda_{\text{вп}},$$

где  $\lambda_0$  – коэффициент Дарси неподвижного канала;  $\Delta\lambda_{\text{вп}}$  – приращение коэффициента Дарси за счет вращения канала. Величину  $\lambda_0$  следует принимать из условий:

$$\begin{cases} \lambda_0 = 64/R_e, & \text{при } R_e \leq 2300 \\ \lambda_0 = 0,3164/R_e^{0,25}, & \text{при } R_e > 2300 \end{cases},$$

где  $R_e$  – число Рейнольдса.

Приращение коэффициента Дарси  $\Delta\lambda_{\text{вп}}$ , по данным [5, 7], зависит от отношения диаметра канала  $d$  к радиусу его вращения  $R$  и параметра вращения

$$k_B = U/W,$$

Здесь  $U$  – окружная скорость вращения канала;  $W$  – средняя скорость жидкости в канале.

В результате экспериментальных исследований величина  $\Delta\lambda_{\text{вп}}$  оказалась равной

$$\begin{cases} \lambda_0 = 0,098k_B^{0,6} \left(\frac{d}{R}\right)^{1,4}, & \text{при } k_B \leq 10 \\ \lambda_0 = 0,108k_B \left(\frac{d}{R}\right)^{2,25} \left(\frac{d}{R}\right)^{2,02}, & \text{при } k_B > 10 \end{cases}.$$

Для радиально вращающегося канала на поток жидкости воздействуют массовые центробежные и Кориолисовы силы. Число, отображающее особенности воздействия на поток Кориолисовых сил ( $N_K$ ), определяется по формуле:

$$N_K = R_e \sqrt{N_{\text{ц}} \omega d / W} = \sqrt{R_e N_{\text{ц}}},$$

где  $N_{\text{ц}} = \omega d^2 / \nu$  – число, отображающее

особенности воздействия на поток жидкости центробежных сил, здесь  $\nu$  – динамическая вязкость жидкости.

Для радиально вращающихся каналов установлено шесть различных режимов течения жидкости, границы которых изображены на рисунке 2.

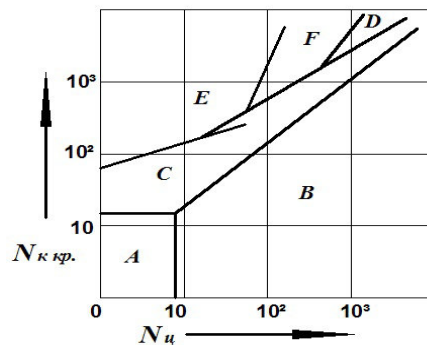


Рис. 2. Границы режимов течения в радиально вращающемся канале

Коэффициент сопротивления радиально вращающегося канала в таком случае допустимо определять по формуле

$$\phi = \sum \xi + \xi_p ,$$

где  $\xi_p$  – коэффициент потерь на трение в радиально вращающемся канале. Его величина для каждой из зон, представленных на рис. 2, будет определяться по различным зависимостям.

Для зон **A** и **E** не оказывает существенного влияния на движение жидкости и коэффициент  $\phi$  определяется как для неподвижного канала.

Зона **B** находится за пределами исследованных в настоящее время областей и определение коэффициента  $\phi$  в ней требует дальнейшего исследования.

Для зоны **C** по материалам работы [4]

$$\xi_p = 0,0833 N_K^{0,5} (1 + 11,2 N_K^{-0,65}) .$$

Формула справедлива для  $N_K = (1,5 \div 4,5) * 10^3$ .

Для диапазона  $N_K = 1,5 * 10^2 \div 3 * 10^3$  по данным [9]

$$\xi_p = 0,13 N_K^{0,45} + 0,25 .$$

Для зоны **D** и **F** по данным работ [4, 10]

$$\xi_p = 0,282 N_K^{0,135} N_{\text{ц}}^{0,223} .$$

Для канала, имеющего радиальное вращение (рис. 1, в), следует определить величину подачи в радиальном направлении. При этом, как и в предыдущих случаях, изменение скорости в направлении, перпендикулярном оси канала, можно учесть с помощью коэффициента неравномерности потока. Тогда уравнения (5) и (6) вырождаются, а уравнение (4) примет вид:

$$\alpha_r \rho V_r \frac{dV_r}{dr} - \rho \frac{V_0^2}{2} = - \frac{dP}{dr} - \phi_Z + \rho g_r , \quad (21)$$

$$\text{где } \phi_Z = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \sigma_{r\theta}) + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_{\theta z}}{\partial z} .$$

Величину  $\phi_Z$  в долях по отношению к величине  $\rho V_r \frac{dV_r}{dr}$  можно выразить как

$$\phi_Z = \phi_Z \rho V_r \frac{dV_r}{dr} ,$$

$$\text{откуда } \phi_Z = \frac{\phi_Z}{\rho V_r \frac{dV_r}{dr}} . \quad (22)$$

Для случая вращения канала с постоянной угловой скоростью  $\omega$  и окружной скоростью  $V_\theta = \omega r$  выражение плотности центробежных сил можно записать  $\rho \omega^2 r$ .

Тогда, переписав выражение (21) относительно давления, помножив его на  $dr$  и учитывая выражение (22) и плотности центробежных сил, получим:

$$dP - \rho \omega^2 r dr = -(\alpha + \phi)_r \rho V_r dV_r + \rho g_r . \quad (23)$$

Уравнение неразрывности для рассматриваемого случая имеет вид:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} (\rho_r V_r) ,$$

что означает постоянство массового расхода смазочного материала для каждого поперечного сечения канала  $f_i$

$$(\rho f V_r)_i = G = \text{const} , \quad (24)$$

где  $G$  – массовый расход смазочного материала через канал в радиальном направлении.

Интегрируя выражение (23) по длине канала  $r$  в пределах  $r_0 \div r_k$  с учетом (24) и вводя расчетную плотность  $\rho_i$ , получим:

$$(P_k - P_0) - \frac{\omega^2}{2} \rho_i (r_k^2 - r_0^2) = -(\alpha + \phi)_r \frac{G}{2(\rho f^2)_i} + \rho_i g_r (r_k - r_0) .$$

Учитывая, что направление движения противоположно градиенту давления, окончательно можно записать:

$$\Delta P + P_{\text{цб}} + P_{\text{ст}} = (\alpha + \phi)_r \frac{G^2}{2(\rho f^2)_i} , \quad (25)$$

где  $\Delta P = (P_0 - P_{k0})$  – перепад давления

по оси канала;  $P_{\text{цб}}$  – давление в канале, обусловленное действием центробежных сил, которое определяется по формуле:

$$P_{\text{цб}} = \rho_i \frac{\omega^2}{2} \sin^2 \Psi (r_k^2 - r_0^2) ,$$

где  $\Psi$  – угол наклона канала к оси вращения.

Величина  $P_{\text{ст}}$  определяет давление, создаваемое силой тяжести. Этой величиной можно пренебречь благодаря небольшому перепаду высот, который в большинстве случаев не превышает 0,5 м.

Сравнивая полученные выражения для различных видов каналов, нетрудно заме-

тить, что все они могут быть описаны одним выражением:

$$\Delta P_i + P_{цб_i} = (\alpha + \varphi)_i \frac{G_i^2}{2(\rho f^2)_i} . \quad (26)$$

Используя такое выражение для каналов различного вида, в нем будут либо отсутствовать отдельные члены, либо различаться коэффициенты  $\alpha$  и  $\varphi$ . Модель системы смазки составляется путем условного разбиения линий подачи смазки на отдельные каналы, расход смазочного материала через которые будет описываться уравнением (26). Для мест соединения каналов друг с другом будет справедливо уравнение неразрывности потока:

$$\sum G_i = 0 . \quad (27)$$

Полученная модель системы смазки, которая описывается уравнениями (26) и (27), позволяет использовать представления о переменной плотности смазочного материала и связанном с этим переходе от объемных расходов к массовым.

#### Выводы

1. Для расчета величин подач целесообразно использовать упрощенные уравнения, которые могут быть получены при оценке реальных геометрических форм линий подач. При этом необходимо выделить основные составляющие уравнений, влияющие на величину подачи смазочного материала, а менее значимые учесть введением специальных коэффициентов.

Малые диаметры линий подач по отношению к их длине дают возможность использовать одномерные модели, определяющие величину подачи масла в осевом направлении. Перемещение жидкости в остальных направлениях создает диссипацию импульса и учитывается коэффициентами, которые могут быть определены из уравнений (4) ÷ (13), либо экспериментально. Использование одномерной модели дает возможность получить достаточно простые и удобные для расчета зависимости.

2. Полученная модель системы смазки, составляемая путем условного разбиения линий подачи смазки на отдельные каналы и описываемая уравнениями (26) и (27), позволяет использовать представления о переменной плотности смазочного материала и связанном с этим переходе от объемных расходов к массовым.

#### Библиографический список

1. Лыков А. В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967, 736 с.

2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1975, 559с.

3. Ито, Нанбу. Течение во вращающихся прямых трубах круглого поперечного сечения. Теоретические основы инженерных расчетов // Труды американского общества инженеров-механиков. – Вып. 3. – 1971. – С. 46-56.

4. Квитковский Ю. В. и соавт. Потери энергии от изгиба, расширения и сужения потока во вращающемся канале // Тр. МИИТ. – Вып. 366. Напорное движение жидкости во вращающихся каналах и гидротрассах. – М., 1971. С. 44-50.

5. Перельман Р. Г., Поликовский В. И. Гидравлическое сопротивление прямолинейных каналов в поле центробежных сил // Известия АН СССР, ОТН. – 1958. – №10. – С. 116-133.

6. Квитковский Ю. В. Результаты экспериментов с радиальными потоками жидкости во вращающихся каналах // Тр. МИИТ, Вып. 386. Напорное движение жидкости во вращающихся каналах и гидротрассах. – М., 1971. С. 44-50.

7. SKF BEARING in Machine Tools 2580E, 1973, P. 172.

8. Борисенко А. М. и соавт. Потери давления при течении жидкости во вращающемся канале, ось которого перпендикулярна оси вращения // ИФЖ, 1975, т. XXIX, №6. – С. 1024-1030.

#### THE DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR CALCULATION OF FEEDS THE LUBRICANT TO ELEMENT

O. L. Malomyzhev, A. G. Semenov,  
V. V. Skutelinik

Methods of calculation of lubricant for parts of machines and mechanisms, mainly of transport and technological systems, with the aim of grease or hydraulic control. The given conclusion of the equations of motion of compressible fluid, a classification of lines feed lubrication and output of the basic calculation dependencies for specific sites, developed mathematical model of the lubrication system. The model allows to use the idea of variable density of the lubricant and associated with the transition from the volumetric flow of the mass.

**Keywords:** supply of grease, compressibility of the fluid, the equation of motion of a fluid, mathematical model, the method.

#### Bibliographical list

1. Lykov A. V. Teoriia teploprovodnosti. – М.: Vysshaia shkola, 1967, 736 s. (rus.)

2. Idel'chik I. E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniiam. – М.: Mashinostroenie, 1975, 559s. (rus.)

3. Ito, Nanbu. Tehenie vo vrashchaiushchikhsia priamykh trubakh kruglogo poperechnogo secheniia. Teoretiche-skie osnovy inzhenernykh raschetov // Trudy amerikanskogo obshchestva inzhenerov-mekhanikov. – Vyp. 3. – 1971. – S. 46-56. (rus.)

4. Kvitkovskii Iu.V. i soavt. Poteri energii ot izgiba, rasshireniia i suzheniia potoka vo vrashchaisushchemsia kanale // Tr. MIIT. – Vyp. 366. Napornoe dvizhenie zhidkosti vo vrashchaisushchikhsia kanalakh i gidro-trassakh. – M., 1971. S. 44-50. (rus.)

5. Perel'man R. G., Polikovskii V.I. Gidravlichesкое soprotivlenie priamolineinykh kanalov v pole tsentrobezhnykh sil // Izvestiia AN SSSR, OTN. – 1958. – №10. – S. 116-133. (rus.)

6. Kvitkovskii Iu. V. Rezul'taty eksperimentov s radial'nymi potokami zhidkosti vo vrashchaisushchikhsia kanalakh // Tr. MIIT, Vyp. 386. Napornoe dvizhenie zhidkosti vo vrashchaisushchikhsia kanalakh i gidrotras-sakh. – M., 1971. S. 44-50. (rus.)

7. SKF BEARING in Machine Tools 2580E, 1973, P. 172. (rus.)

8. Borisenko A. M. i soavt. Poteri davleniia pri techenii zhidkosti vo vrashchaisushchemsia kanale, os' ko-torogo perpendikuliarna osi vrashcheniia // IFZh, 1975, t. KhKhKh, №6. – S. 1024-1030. (rus.)

*Маломыжеев Олег Львович – канд.техн.наук, доцент., доцент кафедры «Автомобильный транспорт» Иркутского государственного технического университета (ИрГТУ). Основное направление научных исследований – транспортные*

*и технологические машины, эксплуатация автомобильного транспорта. Общее количество публикаций – 26. E-mail: olm@bk.ru.*

*Семенов Александр Георгиевич – канд. техн. наук, ст.н.с., доцент и вед.н.с. кафедры «Двигатели, автомобили и гусеничные машины» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ). Основное направление научных исследований – наземные и космические транспортные средства и комплексы. Общее количество публикаций – 850. E-mail: agentnumber007@rambler.ru; agentnumber007@yandex.ru.*

*Скутельник Виталий Викторович – канд.техн.наук, доцент., доцент кафедры «Менеджмент и логистика на транспорте» Иркутского государственного технического университета (ИрГТУ). Основное направление научных исследований – эксплуатация и техническое обслуживание автомобильного транспорта, логистика автотранспортных перевозок. Общее количество публикаций – 30. E-mail: vfkmvfkm@rambler.ru.*

УДК 519.651

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯМЫХ И ОБРАТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ RBF ФУНКЦИЙ

И. А. Полонский, С. Н. Чуканов, В. Е. Щипанов

**Аннотация.** В работе представлен метод исследования прямых и обратных функциональных зависимостей на основе применения аппарата построения искусственных нейронных сетей – RBF функций. Для решения обратных задач применен функционал регуляризации А.Н. Тихонова. Метод применен для исследования задач поддержки принятия решений в экономике.

**Ключевые слова:** обратные функциональные зависимости, функционал регуляризации Тихонова, радиальные базисные функции.

### Введение

Рассмотрим функцию  $f(\cdot)$ , определенную на множестве  $X$  и принимающую значения на множестве  $Y$ , которая отображает элементы  $x \in X$  в  $y \in Y$ :  $X \xrightarrow{f} Y$ . Прямую функциональную зависимость можно представить в форме:  $y = f(x); x \in X; y \in Y$ . Если целью является нахождения такой количественной величины  $x$ , которая обеспечит требуемое значение  $y$ , то можно построить обратную функциональную зависимость:  $x = f^{-1}(y)$ , где  $f^{-1}(\cdot)$  – функция обратная  $f(\cdot)$ ; для существования обратной функции

потребуем, чтобы функция  $y = f(x)$  была инъективной и имела требуемый порядок гладкости в рассматриваемой области определения аргументов.

Приведем пример прямых и обратных зависимостей в задачах экономического профиля [2,3,4]. Коэффициент ликвидности предприятия можно определить на основе прямой функциональной зависимости от текущих активов предприятия  $E$  и от краткосрочной задолженности  $P$ :  $KL = E/P$ . Тогда обратной задачей является нахождение приростов  $\Delta E$  и  $\Delta P$  для получения требуемого



прироста  $\Delta KЛ = \frac{(E + \Delta E)}{(P - \Delta P)} - \frac{E}{P}$ ; при малых значениях  $\Delta E$  и  $\Delta P = 0$  значение требуемого прироста  $\Delta E$  зависит от прироста  $\Delta KЛ$ :  $\Delta E = P \cdot \Delta KЛ$ ; при малых значениях  $\Delta P$  и  $\Delta E = 0$  значение требуемого прироста  $\Delta P$ :  $\Delta P = -P^2 E^{-1} \cdot \Delta KЛ$ .

В работе рассмотрен метод исследования прямых и обратных функциональных зависимостей на основе применения аппарата радиальных базисных функций [6,7,8].

**Решение обратной задачи для различных видов прямой функциональной зависимости.** Рассмотрим функциональную зависимость в виде дробно-линейной функции двух аргументов:

$$y(x_1, x_2) = \frac{a_1 x_1 + a_2 x_2 + b}{c_1 x_1 + c_2 x_2 + d};$$

определим значения приростов аргументов  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$ , обеспечивающие требуемое значение прироста функции  $\Delta y$ . Предположим, что значения приростов аргументов  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$  связаны отношением:

$\frac{(\Delta x_1)}{(\Delta x_2)} = \gamma$ . Тогда прирост дробно-линейной функции может быть найден из выражения:

$$\Delta y = \frac{a_1 \Delta x_1 + a_2 \Delta x_2}{c_1 \Delta x_1 + c_2 \Delta x_2 + d} - (a_1 x_1 + a_2 x_2 + b) \frac{c_1 \Delta x_1 + c_2 \Delta x_2}{(c_1 x_1 + c_2 x_2 + d)^2},$$

откуда получим значения приростов аргументов  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$ :

$$\Delta x_2 = \gamma^{-1} \Delta x_1 = \frac{(c_1 x_1 + c_2 x_2 + d)^2}{(c_1 x_1 + c_2 x_2 + d)(a_1 \gamma + a_2) - (a_1 x_1 + a_2 x_2 + b)(c_1 \gamma + c_2)} \Delta y.$$

Частными случаями дробно-линейной функции являются линейная функция:

Таблица 1 - Значения экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия за различные периоды

Показатель	$p-3$ : январь	$p-2$ : апрель	$p-1$ : июнь	$p$ : октябрь
КЗ	0,5	1	1,14	1,16
КФ	2	0,97	0,8	0,86
КА	0,58	0,45	0,43	0,18
ВОТА	444	428	321	225
КП	1,01	0,59	0,72	0,94
КИ	1,47	1,83	3,22	0,31
КЛ	2,01	1,59	1,72	1,94
КЛС	1,28	1,04	1,09	1,24

В работе [3] формализованы функциональные связи между экономическими показателями:

$$\begin{aligned}
 &КИ \leftrightarrow КП \leftrightarrow ВОТА \leftrightarrow КА \leftrightarrow КФ \leftrightarrow КЗ \\
 &\quad \downarrow \\
 &КЛ \leftrightarrow КЛС
 \end{aligned} \tag{1}$$

$y(x) = a \cdot x + b$ , и обратная линейная функция:  $y(x) = a \cdot x^{-1} + b$ .

Зададим прямую функциональную зависимость в виде:  $y(x_1, \dots, x_N) = f(x_1, \dots, x_N)$ , где

$f(x_1, \dots, x_N)$  – гладкая функция  $N$  аргументов, при наличии пропорций в приросте аргументов  $\frac{(\Delta x_i)}{(\Delta x_1)} = \gamma_i; |\gamma_i| \leq \gamma_{\max}; \gamma_1 = 1$ . Тогда

прирост функции  $\Delta y(x_1, \dots, x_N)$  (в первом приближении  $O(\Delta x_i); \forall i = 1, \dots, N$ ):

$$\begin{aligned}
 \Delta y &= \sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \Delta x_i = \Delta x_1 \sum_{i=1}^N \partial_{x_i} f \cdot \gamma_i; \text{ отсюда:} \\
 \Delta x_i &= \gamma_i \cdot \Delta y \cdot \left( \sum_{i=1}^N \partial_{x_i} f \cdot \gamma_i \right)^{-1}.
 \end{aligned}$$

Отметим, что дробно-линейные функциональные зависимости (линейные и обратно линейные) не являются универсальными аппроксиматорами (функциями, обеспечивающими аппроксимацию с любой точностью) [6].

**Зависимость экономических показателей хозяйственной деятельности предприятий.** Рассмотрим следующие экономические показатели хозяйственной деятельности предприятий [1,3,5]: ВОТА – время оборота текущих активов; КФ – коэффициент финансирования; КА – коэффициент автономии; КЗ – коэффициент задолженности; КИ – коэффициент инвестирования; КП – коэффициент покрытия; КЛ – коэффициент ликвидности; КЛС – коэффициент ликвидности срочный. Предположим, что значения этих показателей изменяются в различные периоды времени в соответствии с таблицей 1.

в форме линейной функциональной зависимости:

$$KA \leftrightarrow BOTA: \quad KA(BOTA) = (BOTA - 127)/496; \quad BOTA(KA) = 596 \cdot KA + 114;$$

и в форме обратной линейной функциональной зависимости:

$$K3 \leftrightarrow K\Phi: \quad K3(K\Phi) = K\Phi^{-1}; \quad K\Phi(K3) = 2,3 \cdot K3^{-1} - 1;$$

$$K\Phi \leftrightarrow KA: \quad K\Phi(KA) = -0,25 \cdot (KA - 0,61)^{-1}; \quad KA(K\Phi) = -0,37 \cdot K\Phi^{-1} + 0,77;$$

$$BOTA \leftrightarrow KP: \quad BOTA(KP) = 317 \cdot KP^{-1} - 114; \quad KP(BOTA) = 253 \cdot BOTA^{-1} + 27;$$

$$KP \leftrightarrow KI: \quad KP(KI) = 2,06 \cdot KI^{-1} - 0,2; \quad KI(KP) = 2,28 \cdot KP^{-1} - 1,21;$$

$$KP \leftrightarrow KL: \quad KP(KL) = -3,21 \cdot KL^{-1} + 2,6; \quad KL(KP) = -2,21 \cdot KP^{-1} + 3,4;$$

$$KL \leftrightarrow KLC: \quad KL(KLC) = -2,23 \cdot KLC^{-1} + 3,74; \quad KLC(KL) = -0,56 \cdot KL^{-1} - 2,01.$$

Так как дробно-линейные функциональные зависимости (линейные и обратно линейные) не являются универсальными аппроксиматорами, то рассмотрим метод построения RBF функций (radial basis function – радиальных базисных функций) [6,7,8] для аппроксимации значений экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия.

Пусть имеется множество элементов  $\mathbf{q} = (q_1, \dots, q_N)^T$  и пространство  $V$  – множество функций  $v(\cdot) \|v\|_V < \infty$ . При введении скалярного произведения:

$$\langle u, v \rangle_V = \int_{\Omega} \langle Lu(q), v(q) \rangle dq; u(\cdot), v(\cdot) \in V \quad - \text{ в области } q \in \Omega \text{ и нормы: } \|v\|_V = \sqrt{\langle v, v \rangle_V} \text{ пространство } V \text{ становится предгильбертовым. Определим функционал регуляризации А. Н. Тихонова:}$$

$$E[v, q] = \sum_{i=1}^N \|\lambda_i - v(q_i)\|^2 + C \int_{\Omega} \langle Lu(q), v(q) \rangle dq, \quad (2)$$

где  $\lambda_i$  – значения функций  $v(\cdot)$  при значении аргумента  $q_i$ ; при точной интерполяции:

$\lambda_i = v(q_i); i = 1, \dots, N$ . Для  $\mathbf{q} = (q_1, \dots, q_N)^T$  значение  $v \in V$ , минимизирующее функционал  $E[v, q]$  определяется из выражения [9]:

$$v(q) = \sum_{i=1}^N \alpha_i G(q, q_i), \quad (3)$$

где  $G(q_i, q_j) = G(\|q_i - q_j\|)$  – функция Грина оператора  $L$ :

$$LG(q) = \delta(q). \quad (4)$$

Коэффициенты  $\alpha_i, i = 1, \dots, N$  определяются из выражения:

$$\mathbf{\alpha} = (\mathbf{S} + C \cdot \mathbf{Id})^{-1} \boldsymbol{\lambda}; \mathbf{\alpha} = (\alpha_1 \dots \alpha_N)^T; \boldsymbol{\lambda} = (\lambda_1 \dots \lambda_N)^T; \quad (5)$$

матрица:  $\mathbf{S} = (S_{ij}) = (G(q_i, q_j))$ . Выберем функции Грина и матрицу  $\mathbf{S}$  в форме RBF функций Гаусса:

$$\mathbf{S} = (S_{ij}) = \left( \exp\left(-\frac{(q_i - q_j)^2}{\sigma^2}\right) \right). \quad (6)$$

Построим RBF функции для экономических показателей, которые являются универсальными аппроксиматорами [10]. В соответствии с таблицей 1 сформируем следующие векторы экономических показателей хозяйственной деятельности:

$$\mathbf{K3} = (0,5 \quad 1 \quad 1,14 \quad 1,16)^T;$$

$$\mathbf{K\Phi} = (2 \quad 0,97 \quad 0,8 \quad 0,86)^T;$$

$$\mathbf{KA} = (0,58 \quad 0,45 \quad 0,43 \quad 0,18)^T;$$

$$\mathbf{BOTA} = (444 \quad 428 \quad 321 \quad 225)^T;$$

$$\mathbf{KP} = (1,01 \quad 0,59 \quad 0,72 \quad 0,94)^T;$$

$$\mathbf{KI} = (1,47 \quad 1,83 \quad 3,22 \quad 0,31)^T;$$

$$\mathbf{KL} = (2,01 \quad 1,59 \quad 1,72 \quad 1,94)^T;$$

$$\mathbf{KLC} = (1,28 \quad 1,04 \quad 1,09 \quad 1,24)^T.$$

Выберем значения СКО в RBF функциях следующим образом:  $\sigma_q = \sigma_q^{\max} - \sigma_q^{\min}$ ;  $\sigma_{BOTA} = 219$ ;  $\sigma_{KA} = 0,4$ ;  $\sigma_{K\Phi} = 1,2$ ;  $\sigma_{K3} = 0,66$ ;  $\sigma_{KP} = 0,07$ ;  $\sigma_{KI} = 2,91$ ;  $\sigma_{KL} = 0,07$ ;  $\sigma_{KLC} = 0,24$ . Примем значение коэффициента регуляризации:  $C = 0,02$ .

Тогда RBF функции экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия, соответствующие табл.1, имеют следующий вид:

$$KA(BOTA) = \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{\mathbf{KA-BOTA}} \cdot \exp\left(-\frac{(BOTA - BOTA_i)^2}{\sigma_{BOTA}^2}\right);$$

$$\mathbf{\alpha}^{\mathbf{KA-BOTA}} = (\mathbf{S}_{BOTA} + C \cdot \mathbf{Id}_{(4 \times 4)})^{-1} \mathbf{KA} = (3,21 \quad -2,95 \quad 0,201 \quad 0,239)^T;$$

$$BOTA(KA) = \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{\mathbf{BOTA-KA}} \cdot \exp\left(-\frac{(KA - KA_i)^2}{\sigma_{KA}^2}\right);$$

$$\mathbf{\alpha}^{\mathbf{BOTA-KA}} = (\mathbf{S}_{KA} + C \cdot \mathbf{Id}_{(4 \times 4)})^{-1} \mathbf{BOTA} = (411 \quad 2275 \quad -2448 \quad 282)^T;$$

$$\begin{aligned}
 KЗ(KФ) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KЗ-KФ} \cdot \exp\left(- (KФ - KФ_i)^2 \sigma_{KФ}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KЗ-KФ} &= (S_{KФ} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KЗ = (0,385 \quad -3,05 \quad 1,08 \quad 2,9)^T; \\
 KФ(KЗ) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KФ-KЗ} \cdot \exp\left(- (KЗ - KЗ_i)^2 \sigma_{KЗ}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KФ-KЗ} &= (S_{KЗ} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KФ = (2,55 \quad -2,45 \quad -0,964 \quad 3,13)^T; \\
 KФ(KА) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KФ-KА} \cdot \exp\left(- (KА - KА_i)^2 \sigma_{KА}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KФ-KА} &= (S_{KА} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KФ = (7,5 \quad -2,23 \quad -5,54 \quad 3,2)^T; \\
 KА(KФ) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KА-KФ} \cdot \exp\left(- (KФ - KФ_i)^2 \sigma_{KФ}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KА-KФ} &= (S_{KФ} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KА = (0,445 \quad 3,273 \quad 5,234 \quad -8,3)^T; \\
 ВОТА(KП) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{ВОТА-KП} \cdot \exp\left(- (KП - KП_i)^2 \sigma_{KП}^{-2}\right); \\
 \alpha^{ВОТА-KП} &= (S_{KП} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} ВОТА = (3714 \quad 575 \quad 509 \quad -3980)^T; \\
 KП(ВОТА) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KП-ВОТА} \cdot \exp\left(- (ВОТА - ВОТА_i)^2 \sigma_{ВОТА}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KП-ВОТА} &= (S_{ВОТА} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KП = (9,91 \quad -9,61 \quad -0,605 \quad 0,942)^T; \\
 KП(KИ) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KП-KИ} \cdot \exp\left(- (KИ - KИ_i)^2 \sigma_{KИ}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KП-KИ} &= (S_{KИ} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KП = (8,82 \quad -9,54 \quad 2,178 \quad -0,124)^T;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KИ(KП) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KИ-KП} \cdot \exp\left(- (KП - KП_i)^2 \sigma_{KП}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KИ-KП} &= (S_{KП} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KИ = (30,5 \quad -16,3 \quad 32,8 \quad -45,22)^T; \\
 KП(KЛ) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KП-KЛ} \cdot \exp\left(- (KЛ - KЛ_i)^2 \sigma_{KЛ}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KП-KЛ} &= (S_{KЛ} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KП = (1,6 \quad 0,59 \quad -0,286 \quad -0,67)^T; \\
 KЛ(KП) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KЛ-KП} \cdot \exp\left(- (KП - KП_i)^2 \sigma_{KП}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KЛ-KП} &= (S_{KП} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KЛ = (2,83 \quad 1,94 \quad -1,03 \quad -0,967)^T; \\
 KЛ(KЛС) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KЛ-KЛС} \cdot \exp\left(- (KЛС - KЛС_i)^2 \sigma_{KЛС}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KЛ-KЛС} &= (S_{KЛС} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KЛ = (3,18 \quad 1,4 \quad -0,165 \quad -1,717)^T; \\
 KЛС(KЛ) &= \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{KЛС-KЛ} \cdot \exp\left(- (KЛ - KЛ_i)^2 \sigma_{KЛ}^{-2}\right); \\
 \alpha^{KЛС-KЛ} &= (S_{KЛ} + C \cdot Id_{(4 \times 4)})^{-1} KЛС = (1,65 \quad 1,5 \quad -1,03 \quad -0,324)^T.
 \end{aligned}$$

В качестве примера рассмотрим взаимное влияние параметров при изменении значения параметра  $KИ$  от значения  $KИ_p = 0,31$  к значению  $KИ_{p+1} = 0,31$ ; при этом остальные параметры принимают следующие прогнозируемые значения:

Показатель	КЗ	КФ	КА	ВОТА	КП	КЛ	КЛС
$p$	1,16	0,86	0,18	225	0,94	1,94	1,24
$p + 1$	1,11	0,833	0,413	306	0,942	1,96	1,25

### Заключение

В работе представлен метод исследования прямых и обратных функциональных зависимостей экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия на основе применения аппарата радиальных базисных функций (RBF).

Метод может быть использован для интерполяции и аппроксимации функциональных зависимостей экономических показателей и для прогнозирования будущих значений этих показателей на основе интерполяции/аппроксимации.

Использование метода для нахождения обратных функциональных зависимостей позволяет находить значения приростов одних экономических показателей для обеспечения требуемых значений приростов других.

Метод может быть расширен для построения процедуры оценивания типа Калмана или Льюинбергера, позволяющего предсказывать будущие значения экономических показателей без формализации динамической модели.

### Библиографический список

1. Баканов М. И., Мельник М. В., Шеремет А. Д. Теория экономического анализа. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 536 с.
2. Одинцов Б. Е. Обратные вычисления в формировании экономических решений: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 192 с.
3. Романов А. Н., Одинцов Б. Е. Компьютеризация аудиторской деятельности: Учебное пособие для вузов – М.: ЮНИТИ, 1996. – 270 с.
4. Романов А. Н., Одинцов Б. Е. Советующие информационные системы в экономике. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 487 с.
5. Савицкая Г. В. Теория анализа хозяйственной деятельности. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 288 с.
6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2006. – 1104 с.
7. Buhmann M. D. Radial Basis Functions: Theory and Implementations. – Cambridge University Press, 2004. – 259 p.
8. Heuberger P.S.C., Van den Hof P.M.J., Wahlberg B. Modelling and Identification with Rational Orthogonal Basis Functions. –Springer-Verlag, 2005. – 397 p.
9. Micheli M. The Differential Geometry of Landmark Shape Manifolds: Metrics, Geodesics, and Curvature. – Ph.D. thesis, Brown University, Providence, Rhode Island, 2008. – 164 p.

10. Park J., Sandberg I.W. Universal approximation using radial-basis-function networks // Neural Computation, 1991, vol. 3. – p. 246-257.

11. Коблик А. А. Формирование интерполяционных сплайнов для многообразий, представляемых лиевыми группами. // Вестник СибАДИ - 2012 – № 6-С. 103-106.

**THE INVESTIGATION OF DIRECT AND INVERSE FUNCTIONAL DEPENDENCES OF ECONOMIC INDICATORS ON THE BASIS OF CONSTRUCTING RBF FUNCTIONS**

I. A. Polonsky, S. N. Chukanov,  
V. E. Shchipanov

A method for the investigation of direct and inverse functional dependencies on the basis of constructing radial basis functions is presented in this paper. For the solution of inverse problems the functional regularization A.N. Tikhonov is applied. The method used to study the problems of decision support in the economy.

**Keywords:** inverse functional dependencies, functional Tikhonov regularization, radial basis function.

**Bibliographic list**

1. Bakanov M. I., Melnikov M. V., Sheremet A. D., Theory of Economic Analysis. - Moscow: Finance and Statistics, 2005. – 536 p.

2. Odintsov B. E. Inverse calculations in shaping economic decisions: Studies. - Moscow: Finances and Statistics, 2004. - 192 p.

3. Romanov A. N., Odintsov B. E. The computerization audit activities: training manual for high schools - Moscow: UNITY, 1996. - 270 p.

4. Romanov A. N., Odintsov B.Ye. Council Information systems in the economy. - Moscow: UNITY, 2000. - 487 p.

5. Savitskaya G. V. Theory analysis economic activity. - Moscow: INFRA-M, 2007. – 288 p.

6. Haykin S. Neural networks: a complete course. - Moscow: ООО "I. D. Williams," 2006. – 1104 p.

7. Buhmann M. D. Radial Basis Functions: Theory and Implementations. – Cambridge University Press, 2004. – 259 p.

8. Heuberger P.S.C., Van den Hof P.M.J., Wahlberg B. Modelling and Identification with Rational Orthogonal Basis Functions. –Springer-Verlag, 2005. – 397 p.

9. Micheli M. The Differential Geometry of Landmark Shape Manifolds: Metrics, Geodesics, and Curvature. – Ph.D. thesis, Brown University, Providence, Rhode Island, 2008. – 164 p.

10. Park J., Sandberg I.W. Universal approximation using radial-basis-function networks // Neural Computation, 1991, vol. 3. – p. 246-257.

11. Koblik A. A. The formation of interpolating splines for varieties submitted lie group // Vestnik SibADI. – 2012 - № 6 - P. 103-106.

*Полонский Иван Александрович – аспирант ФГБОУ ВПО Сибирская автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), e-mail: ivanf@mail.ru.*

*Чуканов Сергей Николаевич – д-р техн. наук, профессор Финансового университета при Правительстве РФ. Основное направление научных исследований – управление процессами в динамических системах. Имеет более 100 опубликованных работ.*

*Шипанов Владимир Евгеньевич – магистрант Факультета информационных технологий и компьютерных систем ФГБОУ ВПО Омский государственный технический университет, e-mail: mohax.mon@gmail.com*

УДК.517.946

**НЕКОТОРЫЕ КЛАССЫ ФУНКЦИЙ, СВЯЗАННЫЕ С СИНГУЛЯРНОЙ ЗАДАЧЕЙ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ**

Г. И. Шабанова

**Аннотация.** В данной статье устанавливается взаимно однозначное соответствие между классами функций  $Q_m, Q_m^a \ni q(y)$  и  $\mathcal{O}, \mathcal{O}^a \ni \sigma(\lambda)$ , где  $q(y)$  - потенциал сингулярной задачи Штурма-Лиувилля, а  $\sigma(\lambda)$  - спектральная функция оператора Штурма-Лиувилля. Отмечаются свойства функций, принадлежащих введенным классам.

**Ключевые слова:** оператор, задача Штурма-Лиувилля, спектральная функция, предел последовательности, взаимно-однозначное соответствие.

**Введение**  
Спектром, соответствующим задаче Штурма-Лиувилля

$$-\varphi'' + q(y) = \lambda \varphi(y, \lambda). \quad (1)$$

$$\varphi(0, \lambda) = 1, \varphi'(0, \lambda) = 0. \quad (2)$$

в случае полупрямой  $[0, \infty)$  называется множество, дополнительное к множеству точек, в окрестности которых спектральная функция постоянна.

Точечным или дискретным спектром называется множество всех точек разрыва спектральной функции  $\sigma(\lambda)$ .

Точки в дискретном спектре называются также собственными значениями, а решение задачи (1), (2), соответствующие таким точкам, - собственными функциями.

Основные спектральные соотношения для сингулярного оператора  $\ell_q = -\frac{d^2}{dy^2} + q(y)$ , где

$q(y)$  - действительная непрерывная функция в интервале  $[0, \infty)$ , получим из соотношений в регулярном случае, решая задачу (1), (2) в интервале  $[0, b]$  и устремляя  $b$  к бесконечности.

Построим спектральную функцию  $\sigma_0(\lambda)$ , отвечающую коэффициенту  $q(y) = 0$  в задаче (1), (2),  $y \in [0, b]$ .

Очевидно,  $\varphi(y, \lambda) = \cos \sqrt{\lambda} y$ . Если полученное решение подчинить дополнительному условию  $\varphi'(b, \lambda) = 0$ , то из характеристического уравнения  $\sin \sqrt{\lambda} b = 0$  найдем точки дискретного спектра

$$\sqrt{\lambda_{m,b}} = \frac{\pi m}{b}, m = 0, 1, 2 \dots \quad (3)$$

$$\Delta\sigma_{0,b}(\lambda) = \sum_{\lambda < \lambda_{m,b} \leq \lambda + \Delta} \frac{1}{\|\varphi(y, \lambda_{m,b})\|^2} = \sum_{\lambda < \lambda_{m,b} \leq \lambda + \Delta} \frac{\lambda_{m+1,b} - \lambda_{m,b}}{\frac{\pi}{b}(S_{m+1,b} + S_{m,b}) \left( \frac{b}{2} + \frac{\sin 2\sqrt{\lambda_{m,b}} b}{4\sqrt{\lambda_{m,b}}} \right)} \quad (6)$$

Решая задачу (1) в интервалах  $[0, b_1] \subset [0, b_2] \subset \dots \subset [0, b_k]$  и устремляя  $b_k$  к бесконечности, мы получаем последовательность спектральных функций  $\sigma_{0,b_k} = \sigma_{0,b}$ . По первой теореме Хелли [1], всякая последовательность ограниченных в совокупности неубывающих функций сходится в основном к неубывающей функции  $\sigma(\lambda)$  (т.е. в точках непрерывности  $\sigma(\lambda)$ ).

Для двух последовательных собственных значений справедлива асимптотическая формула

$$\sqrt{\lambda_{m+1,b}} - \sqrt{\lambda_{m,b}} = \frac{\pi}{b}. \quad (4)$$

Пусть  $\sqrt{\lambda_{m,b}} = S_{m,b}$  и  $\Delta\sigma_{0,b}(\lambda)$  - изменение спектральной функции в интервале  $(\lambda, \lambda + \Delta)$ , концы которого есть точки непрерывности  $\sigma_{0,b}(\lambda)$ . Разобьем интервал  $(\lambda, \lambda + \Delta)$  точками

$\lambda = \lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_k = \lambda + \Delta$  на конечное число частичных интервалов  $(\lambda_i, \lambda_{i+1})$  и

образуем сумму  $\sum_{i=1}^k [\sigma_{0,b}(\lambda_i) - \sigma_{0,b}(\lambda_{i-1})]$ .

Предел этой суммы при  $k \rightarrow \infty$  есть не что иное, как интеграл Стильтеса

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^k [\sigma_{0,b}(\lambda_i) - \sigma_{0,b}(\lambda_{i-1})] = \int_{\lambda}^{\lambda + \Delta} d\sigma_{0,b}(\lambda) = \sigma_{0,b}(\lambda + \Delta) - \sigma_{0,b}(\lambda) = \Delta\sigma_{0,b}(\lambda) \quad (5)$$

Интегрирующая функция  $\sigma_{0,b}(\lambda)$  является функцией ограниченной вариации:

$$\sum_{i=1}^k |\sigma_{0,b}(\lambda_i) - \sigma_{0,b}(\lambda_{i-1})| \leq K, \quad K - const$$

Вычислим теперь  $\Delta\sigma_{0,b}(\lambda)$  по определению, учитывая асимптотическую формулу (3).

$$\lim_{b \rightarrow \infty} \sigma_{0,b}(\lambda) = \sigma_0(\lambda).$$

По второй теореме Хелли [1],  $\lim_{b \rightarrow \infty} \int_{\lambda}^{\lambda + \Delta} d\sigma_{0,b}(\lambda) = \int_{\lambda}^{\lambda + \Delta} d\sigma_0(\lambda)$ ;  $\lambda$  и  $\lambda + \Delta$  - точки непрерывности  $\sigma(\lambda)$ .

Перейдем к пределу в равенствах (5) и (6) при  $b \rightarrow \infty$ .

$$\lim_{b \rightarrow \infty} \int_{\lambda}^{\lambda+\Delta} d\sigma_{0,b}(\lambda) = \lim_{b \rightarrow \infty} \Delta\sigma_{0,b}(\lambda) = \lim_{b \rightarrow \infty} \sum_{\lambda < \lambda_{m,b} \leq \lambda+\Delta} \frac{\lambda_{m+1,b} - \lambda_{m,b}}{\frac{\pi}{b} (S_{m+1,b} + S_{m,b}) \left( \frac{b}{2} + \frac{\sin 2\sqrt{\lambda_{m,b}} \cdot b}{4\sqrt{\lambda_{m,b}}} \right)} =$$

$$= \frac{2}{\pi} \int_{\lambda}^{\lambda+\Delta} \frac{d\lambda}{2\sqrt{\lambda}} = \int_{\lambda}^{\lambda+\Delta} d\sigma_0(\lambda).$$

Из последнего соотношения следует равенство дифференциалов  $d\sigma_0(\lambda) = \frac{2}{\pi} d(\sqrt{\lambda})$  и вид спектральной функции сингулярного оператора  $\ell_0$

$$\sigma_0(\lambda) = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \sqrt{\lambda} & \text{при } \lambda \geq 0, \\ 0 & \text{при } \lambda < 0. \end{cases}$$

**Основная часть**

Сформулируем и докажем несколько лемм о свойствах собственных значений оператора Штурма-Лиувилля  $\ell_q$ , свойствах  $q(y)$  и  $\sigma(\lambda)$ , ибо каждая из лемм "имеет своим назначением существенное облегчение работы в будущем ..." [2].

1. О свойствах спектра оператора Штурма-Лиувилля, связанных со свойствами  $q(y)$ . Классы функций  $q(y)$ .

Рассмотрим задачу Штурма-Лиувилля

$$\ell_q \varphi = \lambda r \varphi(y, \lambda), \quad (7)$$

$$\varphi(0, \lambda) = 1, \quad \varphi'(0, \lambda) = 0 \quad (8)$$

в интервале  $[0, b]$ .  $r = r(y) > 0$ ;  $r(y) \in C[0, b]$ ;  $q(y) \in C^1[0, b]$ .

Отметим свойство собственных чисел  $\lambda_{n,b}$  оператора  $\ell_q$

$$\lambda_{n,b} \geq m, \quad (9)$$

где  $m$  – наименьшее значение функции  $\frac{q(y)}{r(y)}$

в интервале  $[0, b]$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$ . Дополним начальные условия (8) граничным условием

$$\varphi'(b, \lambda) = 0, \quad (10)$$

и вычислим [3] скалярное произведение  $(\ell_q \varphi, \varphi) = (\lambda r \varphi, \varphi)$ . Применяя интегрирование по частям, получим

$$(\ell_q \varphi, \varphi) = -\int_0^b \varphi' \varphi dy + \int_0^b q \varphi^2 dy = -\int_0^b \varphi d\varphi + \int_0^b q \varphi^2 dy =$$

$$= -\varphi \varphi' \Big|_0^b + \int_0^b \varphi'^2 dy + \int_0^b q \varphi^2 dy = \lambda \int_0^b r \varphi^2 dy. \quad (11)$$

Пусть  $\lambda = \lambda_n$  – собственное значение, а  $\varphi = \varphi_n$  – соответствующая собственная функция. Как известно [3], каждому собственному числу соответствует не более двух линейно независимых собственных функций, и все они образуют ортонормированную систему с весом  $r(y)$ :

$$\int_0^b r(y) \varphi_n(y, \lambda) \varphi_m(y, \lambda) dy = 0, \quad \text{если } n \neq m,$$

$$\int_0^b r(y) \varphi_n^2(y, \lambda) dy = 1, \quad \text{если } m = n,$$

$$n = 0, 1, 2, \dots \quad (12)$$

Полагая в (11)  $\lambda = \lambda_n$ ,  $\varphi = \varphi_n$  с учетом нормировки (12), получим формулу для собственных чисел оператора  $\ell_q$

$$\lambda_n = \int_0^b \varphi_n'^2 dy + \int_0^b q(y) \varphi_n^2 dy \quad (13)$$

Перепишем (13) в виде

$$\lambda_n = \int_0^b \varphi_n'^2 dy + \int_0^b \frac{q(y)}{r(y)} r(y) \varphi_n^2 dy \quad (13')$$

Поскольку функция  $\frac{q(y)}{r(y)}$  непрерывна в интервале  $[0, b]$  и достигает своего наименьшего значения  $m$ , то из (13') следует оценка для собственных чисел оператора  $\ell_q$

$$\lambda_n \geq \int_0^b \varphi_n'^2 dy + m \int_0^b r(y) \varphi_n^2 dy \geq m \quad (14)$$

Замечание. Собственные числа зависят от пределов интеграции  $\lambda_n = \lambda_{n,b} = \lambda_n(b)$ . При изменении коэффициента  $q(y)$  в опре-

деленную сторону собственные значения меняются в ту же сторону. При изменении коэффициента  $r(y)$  в определенную сторону собственные значения меняются в противоположную сторону [3].

Лемма 1 (о предельной точке спектра оператора  $\ell_q$ ).

Пусть в задаче Штурма-Лиувилля

$$\ell_q \varphi = \lambda r(y) \varphi(y, \lambda) \quad (7)$$

с дополнительными условиями (8) и (10) при  $b = b_n$ ,  $r(y) = 1$ ,

$$q_n(y) = \begin{cases} q(y) & \text{при } y \in [0, b_n], \\ 0 & \text{при } y \in [b_n, \infty], \end{cases} \quad (15)$$

$q_n(y) \in C^1[0, b_n]$ .  $q(y)$  имеет абсолютный минимум

$$q_{\min}^{\text{абс}} = q(b^*) = m < 0. \quad (16)$$

Пусть при больших значениях  $y \geq b^*$   $q(y)$  принимает отрицательные значения и монотонно стремится к нулю

$$q(y) = 0 \left( \frac{1}{y^2} \right), \quad y \rightarrow \infty \quad (17)$$

Тогда все собственные числа сингулярного оператора  $\ell_q$  за исключением, быть может,  $\lambda_0$  положительны и  $\lambda = 0$  - предельная точка спектра.

Доказательство

Рассмотрим три задачи Штурма-Лиувилля в интервале монотонного возрастания  $q(y) - [b_k, b_n]$ ,  $b_k > b^*$ .

$$1. \quad \varphi'' + (\lambda - q(y)) r(y) \varphi(y, \lambda) = 0, \quad (18)$$

$$\varphi(b_k, \lambda) = 1, \quad \varphi'(b_k, \lambda) = 0, \quad (19)$$

$$\varphi'(b_n, \lambda) = 0. \quad (20)$$

2.  $\varphi'' + (\lambda - q_{\min}) r_{\max} \varphi(y, \lambda) = 0$  с дополнительными условиями (19), (20).

3.  $\varphi'' + (\lambda - q_{\max}) r_{\min} \varphi(y, \lambda) = 0$  с теми же дополнительными условиями.

Обозначим собственные значения приведенных выше задач через  $\lambda_{n,b}$ ,  $\lambda_{n,b}^{(1)}$ ,  $\lambda_{n,b}^{(2)}$ .

В соответствии с замечанием имеем

$$\lambda_{n,b}^{(1)} \leq \lambda_{n,b} \leq \lambda_{n,b}^{(2)}.$$

Введем новую переменную  $y - b_k = Y$  и запишем задачу 2 в новых переменных

$$\varphi'' + (\lambda - q_{\text{наим}}) r_{\max} \varphi(Y, \lambda) = 0,$$

$$\varphi(0, \lambda) = 1, \quad \varphi'(0, \lambda) = 0,$$

$$\varphi'(b_n - b_k) = 0 \quad (21)$$

Решение этой задачи известно:

$$\varphi(Y, \lambda) = \cos \sqrt{(\lambda - q_{\text{наим}}) r_{\max}} \cdot Y.$$

Подчиняя  $\varphi(Y, \lambda)$  условию (21), получим собственные значения

$$\lambda_{n,b}^{(1)} = \frac{\pi^2 n^2}{(b_n - b_k)^2 r_{\max}} + q_{\text{наим}}$$

и аналогично,

$$\lambda_{n,b}^{(2)} = \frac{\pi^2 n^2}{(b_n - b_k)^2 r_{\min}} + q_{\text{наиб}}; \quad n = 1, 2, \dots$$

Таким образом, оценка собственных значений задачи 1 имеет вид

$$\frac{\pi^2 n^2}{(b_n - b_k)^2 r_{\max}} + q_{\text{наим}} \leq \lambda_{n,b} \leq \frac{\pi^2 n^2}{(b_n - b_k)^2 r_{\min}} + q_{\text{наиб}} \quad (22)$$

Из оценки (22) и теоремы Штурма [4] о разделении нулей следует существование бесчисленного множества собственных значений  $\lambda$  исходной задачи Штурма-Лиувилля, а также предельные соотношения  $\lambda_{n,b} \rightarrow \infty$  при  $n \rightarrow \infty$ ;  $\lambda_n(b) \rightarrow \infty$  при  $b_n \rightarrow 0$ .

Если  $b_n$  возрастает, то  $\lambda_n(b)$  монотонно убывает.

В интервале  $[b_k, b_n]$  в силу условия (17)

$$q_{\text{наим}} = q(b_k) = 0 \left( \frac{1}{b_k^2} \right),$$

$$q_{\text{наиб}} = q(b_n) = 0 \left( \frac{1}{b_n^2} \right).$$

Символика  $O(\varepsilon)$  означает, что

$$\left| \frac{q_{\text{наим}}}{1/b_n^2} \right| \leq \varepsilon \quad \text{или}$$

$$q_{\text{наим}} \geq \frac{-\varepsilon}{b_k^2} \geq \frac{-\varepsilon}{(b_n - b_k)^2};$$

$$q_{\text{наиб}} < \left| q_{\text{наиб}} \right| \leq \frac{\varepsilon}{b_n^2} < \frac{\varepsilon}{(b_n - b_k)^2} \quad (23)$$

Усилим неравенство (22), положив  $r(y) = 1$  и учитывая оценки (23) для  $q(y)$  в интервале  $[b_k, b_n]$ .

$$\frac{\pi^2 n^2}{(b_n - b_k)^2} - \frac{\varepsilon}{(b_n - b_k)^2} \leq \lambda_{n,b} \leq \frac{\pi^2 n^2}{(b_n - b_k)^2} + \frac{\varepsilon}{(b_n - b_k)^2}.$$

По теореме о промежуточном пределе  $\lim_{b_n \rightarrow \infty} \lambda_{n,b} = 0$ .

При сколь угодно малом  $\mathcal{E}$  и  $b_n \rightarrow \infty$  точка  $\lambda = 0$  является правой предельной точкой спектра. Лемма доказана для  $q(y) \in L_1[0, \infty)$  таких, что последовательность функций  $\{q_n(y)\}$  при  $n \rightarrow \infty$  сходится по норме пространства  $L_1[0, \infty)$  или сильно сходится к  $q(y)$ .

Определение 1. Пусть  $q(y)$  удовлетворяет следующим требованиям:

- $q(y) \in C^1[0, \infty) \cap L_1[0, \infty)$ ;

$$\|q(y)\|_{L_1[0, \infty)} \leq M.$$

- $q_{\min} = q(b^*) = m < 0$ .

- При больших значениях  $y \geq b^*$   $q(y)$  принимает отрицательные значения и монотонно стремится к нулю  $q(y) = 0\left(\frac{1}{y^2}\right)$ ,  $y \rightarrow \infty$ .

4. Последовательность элементов

$$q_n(y) = \begin{cases} q(y), & \text{если } y \in [0, b_n], \\ 0, & \text{если } y \in (b_n, \infty) \end{cases}$$

линейного нормированного пространства  $L_1[0, \infty)$  сходится в  $L_1[0, \infty)$  к элементу этого пространства  $q(y)$  по норме  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|q_n(y) - q(y)\|_{L_1[0, \infty)} = 0$ .

Условимся считать, что совокупность функций  $q(y)$  с указанными свойствами составляет класс  $Q_m$ .

Определение 2. За класс  $Q_m^a$  примем множество целых функций класса  $Q_m$ , таких, что  $q(0) = A > 0$ .

2. Спектральная функция оператора  $\ell_q$  как предел последовательности. Аналитическая формула спектральной функции. Свойства и классификация спектральных функций.

Лемма 2 (о пределе последовательности спектральных функций)

Если последовательность финитных функций (15)

$$q_n(y) = \begin{cases} q(y) & \text{при } y \in [0, b_n], \\ 0 & \text{при } y \in (b_n, \infty) \end{cases}$$

сходится по норме к  $q(y) \in L_1[0, \infty)$  и  $q(y)$  непрерывна в каждом конечном интервале, то из последовательности соответствующих спектральных функций оператора  $\ell_q$  (1) - (2)

$$\sigma_1(\lambda), \sigma_2(\lambda), \dots, \sigma_n(\lambda), \dots \quad (24)$$

монотонных, неубывающих и ограниченных в совокупности на всюду плотном множестве  $D$ , можно извлечь по крайней мере одну подпоследовательность

$$\sigma_{11}(\lambda), \sigma_{22}(\lambda), \dots, \sigma_{nn}(\lambda), \dots, \quad (25)$$

сходящуюся в основном к некоторой неубывающей функции  $\sigma(\lambda)$ .

Доказательство [1]

Пусть  $D$  – какое-нибудь счетное всюду плотное множество точек  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, \dots$ . Рассмотрим последовательность (24) в точке  $\lambda = \lambda_1$ . Множество значений

$\sigma_1(\lambda_1), \sigma_2(\lambda_1), \dots, \sigma_n(\lambda_1), \dots$  по предположению ограничено, следовательно, оно содержит по крайней мере одну последовательность

$$\sigma_{11}(\lambda_1), \sigma_{12}(\lambda_1), \dots, \sigma_{1n}(\lambda_1), \dots, \quad (26)$$

сходящуюся к некоторому предельному значению  $\sigma(\lambda_1)$ .

Рассмотрим теперь функциональную последовательность

$$\sigma_{11}(\lambda), \sigma_{12}(\lambda), \dots, \sigma_{1n}(\lambda), \dots \quad \text{в точке}$$

$\lambda = \lambda_2$ . Из нее также можно выделить сходящуюся последовательность

$$\sigma_{21}(\lambda_2), \sigma_{22}(\lambda_2), \dots, \sigma_{2n}(\lambda_2), \dots \quad (27)$$

Последовательность (27) является сходящейся и в точке  $\lambda_1$  и в точке  $\lambda_2$ . Функциональную последовательность

$$\sigma_{21}(\lambda), \sigma_{22}(\lambda), \dots, \sigma_{2n}(\lambda), \dots \quad \text{рассмотрим в}$$

точке  $\lambda = \lambda_3$ . Из нее также выделим сходящуюся подпоследовательность

$$\sigma_{31}(\lambda_3), \sigma_{32}(\lambda_3), \sigma_{33}(\lambda_3), \dots, \sigma_{3n}(\lambda_3), \dots \quad (28)$$

Последовательность (28) сходится в трех точках  $\lambda = \lambda_1, \lambda = \lambda_2, \lambda = \lambda_3$ . Продолжим такое выделение последовательностей

$$\sigma_{k1}(\lambda), \sigma_{k2}(\lambda), \dots, \sigma_{kn}(\lambda), \dots \quad (29)$$



для которых одновременно имеют место  $r$  равенств  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_{kn}(\lambda_r) = \sigma(\lambda_r)$  при всех  $r \leq k$ .

Составим диагональную последовательность

$$\sigma_{11}(\lambda), \sigma_{22}(\lambda), \sigma_{33}(\lambda), \dots, \sigma_{mn}(\lambda), \dots \quad (30)$$

Вся она выделена из (24) и сходится в точке  $\lambda_1$ . Подпоследовательность (30) без первого члена выделена из (26) и сходится в точке  $\lambda = \lambda_2$ . Последовательность (30), за исключением ее  $k-1$  членов выделена из (29), поэтому  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_{mn}(\lambda_k) = \sigma(\lambda_k)$  при каждом  $k$ .

Так как функции  $\sigma_{nn}(\lambda)$  не убывают и равномерно ограничены, то и  $\sigma(\lambda)$  будет неубывающей и ограниченной на множестве  $D$ .

Докажем, что последовательность  $\sigma_{nn}(\lambda)$  сходится в основном к функции  $\sigma(\lambda)$  при  $n \rightarrow \infty$ . Для простоты изложения  $\sigma_{nn}(\lambda)$  заменим на  $\sigma_n(\lambda)$ . Пусть точки  $\lambda, \lambda', \lambda'' \in D$  и  $\lambda' \leq \lambda \leq \lambda''$ . При этом  $\sigma_n(\lambda') \leq \sigma_n(\lambda) \leq \sigma_n(\lambda'')$ .

Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda') \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda) \leq \overline{\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda)} \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda''). \quad (31)$$

Пусть  $\lambda'$  и  $\lambda''$  - точки непрерывности спектральной функции, следовательно,  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda') = \sigma(\lambda')$ ,  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda'') = \sigma(\lambda'')$ , и неравенство (31) будет иметь вид

$$\sigma(\lambda') \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda) \leq \overline{\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda)} \leq \sigma(\lambda'').$$

Средние члены в полученных неравенствах не зависят от  $\lambda', \lambda''$ , поэтому  $\sigma(\lambda - 0) \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda) \leq \overline{\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda)} \leq \sigma(\lambda + 0)$

и в точках непрерывности  $\sigma(\lambda)$  имеем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\lambda) = \sigma(\lambda).$$

Для сходимости в основном достаточно, что последовательность функций  $\{\sigma_n(\lambda)\}$  сходилась к  $\sigma(\lambda)$  при  $n \rightarrow \infty$  на каком-нибудь всюду плотном множестве  $D$  [1].

Ниже мы всегда будем считать, что функции  $\sigma_n(\lambda)$  удовлетворяют условию  $\sigma_n(-\infty) = 0$  и непрерывны слева  $\sigma_n(\lambda - 0) = \sigma_n(\lambda)$ .

### Заключение

Статья содержит предварительные исследования сингулярной задачи Штурма-Лиувилля. Полное исследование включает в себя шесть лемм и две теоремы. Публикация новых научных результатов относительно свойств функций  $\sigma(\lambda)$  и  $q(y)$  будет продолжена.

### Библиографический список

1. Гнеденко Б. В., Курс теории вероятностей. Издательство «Наука», Москва. 1969. – 400 с.
2. Хинчин А. Я., Восемь лекций по математическому анализу. Издательство «Наука», Москва. 1977. – 279 с.
3. Цлаф Л. Я., Вариационное исчисление и интегральные уравнения. Издательство «Наука», Москва. 1979. – 191 с.
4. Левитан Б. М., Саргсян И. С. Введение в спектральную теорию. Издательство «Наука», Москва. 1970. – 671 с.

### SOME CLASSES OF FUNCTIONS WHICH ARE CONNECTED THE INVERSE SINGULAR STURM-LIOUVILLE PROBLEM

G.I. Shabanova

This article is about one reciprocals correspondence between the classes of functions  $Q_M$ ,  $Q_M^a \ni q(y)$  and  $\mathcal{O}, \mathcal{O}^a \ni \sigma(\lambda)$ , where  $q(y)$  is a potential of singular Sturm-Liouville problem, and  $\sigma(\lambda)$  is a spectral function of Sturm-Liouville operator.

We are selected the main properties of functions, connected with pointing classes.

**Keywords:** operator Sturm-Liouville problem, the spectral function, the limit of the sequence, one-to-one correspondence.

### Bibliographic list

1. Gnedenko B. V. The course in probability theory. "Nauka", Moscow. 1969. - 400 p.
2. Khinchin A. J. Eight lectures on mathematical analysis. "Nauka", Moscow. 1977. - 279 p.
3. Tslaf L. Y. The calculus of variations and integral equations. "Nauka", Moscow. 1979. - 191 p.
4. Levitan B. M. IS Sargsyan. Introduction to spectral theory. "Nauka", Moscow. 1970. - 671.

*Шабанова Галина Ивановна – доцент кафедры «Высшая математика» Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Обратные задачи математической физики, 21, karaseva\_rb@mail.ru*

УДК: 338.33

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ДИВЕРСИФИКАЦИИ  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
(НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ)**

В. В. Алещенко, Д. К. Петренко

**Аннотация.** В статье исследуются вопросы диверсификации предпринимательских структур строительного комплекса. Выстраиваются цепочки создания стоимости в строительном бизнесе, выявляются классификационные группы производимой продукции (услуг) с учетом логистических ограничений, устанавливаются возможности производственно-продуктового позиционирования компании на рынке. Даются практические рекомендации по определению направлений диверсификации производственной деятельности в строительном комплексе.

**Ключевые слова:** диверсификация, предпринимательская структура, производство, строительный комплекс.

**Введение**

Важность диверсификации деятельности для современной предпринимательской структуры трудно переоценить. В исторической практике диверсификация получила развитие в середине 1950-х годов, когда впервые и массово компании почувствовали на себе снижение эффективности производства от традиционных способов вложений в капитал. Для того, чтобы нивелировать финансовые риски вложений, крупнейшие компании принялись расширять номенклатуру производимой продукции, начали интервенцию в смежные отрасли (прежде всего в новые, наиболее привлекательные и маргинальные отрасли и сегменты - электронику, химию и т.п.) как следствие, только в США в период 1950-1970 гг. среди 500 крупнейших корпораций число компаний, выпускающих однопрофильную продукцию, сократилось с 30 до 8 % [1].

Сегодня интенсивное развитие диверсификации производственной деятельности является следствием динамичности и непредсказуемости рынка: мгновенного видоизменения спроса, исчезновения и появления новых отраслей, сегментов и рынков. Диверсификация деятельности при этом позволяет компенсировать снижение спроса на одном рынке за счет его роста на других рынках и сегментах. В этих условиях существенно возрастает цена ошибки при выборе направлений диверсификации.

Цель настоящего исследования - разработка и апробация последовательности определения направлений диверсификации для предпринимательской структуры. В качестве объекта исследования выбраны предпринимательские структуры строительного комплекса (предприятия по производству строительных материалов), обладающие широким спектром возможных направлений диверсификации. Реализация поставленной цели предполагает последовательное решение следующих задач: построение цепочки создания стоимости в строительном бизнесе, выявление классификационных групп производимой продукции (услуг) с учетом логистических ограничений и установление возможностей производственно-продуктового позиционирования компании на рынке.

**Основная часть**

Диверсификация производства в предпринимательской структуре строительной индустрии, безусловно, имеет свою организационно-технологическую специфику. Для ее выявления, рассмотрим далее цепочку создания стоимости в строительном бизнесе в целом (рис. 1.). Анализ специализированной литературы ([2], [3]) позволяет сделать вывод о том, что на уровне крупных международных компаний промышленность строительных материалов, равно как и сама строительная деятельность, не являются сферой прямого приложения предпринимательской инициативы в строительном бизнесе.

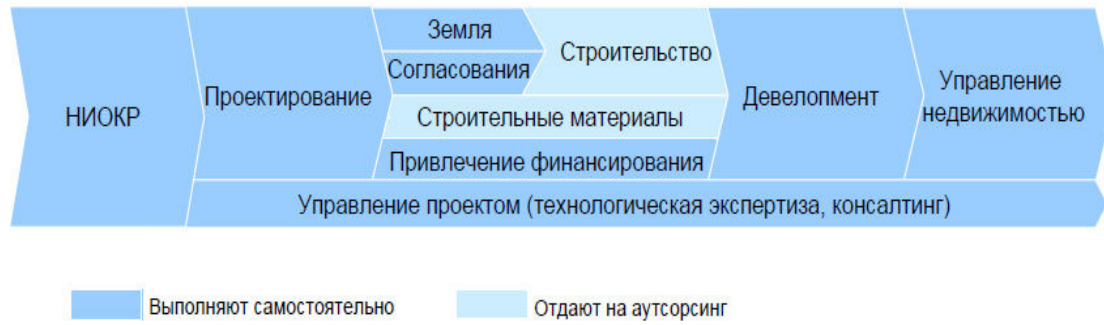


Рис. 1. Цепочка создания добавленной стоимости в строительном бизнесе

Таким образом, строительный бизнес в развитых странах сегодня, это, прежде всего, сфера услуг, в которую не интегрируется напрямую производственная деятельность по изготовлению строительных материалов. Другими словами, производство строительных материалов выступает сегодня независимым переделом (отсутствует выраженная интеграция со строительным бизнесом в широком смысле этого слова). Это, в свою очередь продиктовано жесткой региональной (территориальной) привязкой компаний по производству стройматериалов и непосредственно строительных организаций. Крупный строительный бизнес выходит на рынки других регионов и даже стран, выбирая в качестве суб-

подрядчиков и поставщиков строительных материалов местные компании.

Чем же объясняется подобная «независимость» сектора производства строительных материалов? Существует ли возможность для предпринимательской структуры строительного комплекса диверсифицировать свою производственную деятельность и в каких направлениях? Для ответа на эти вопросы проведем классификацию продукции промышленности строительного комплекса с точки зрения логистических возможностей, с выделением двух основных групп: сырье и первичные материалы (продукты с невысокой добавленной стоимостью) и материалы с глубокой степенью обработки (рис. 2.).

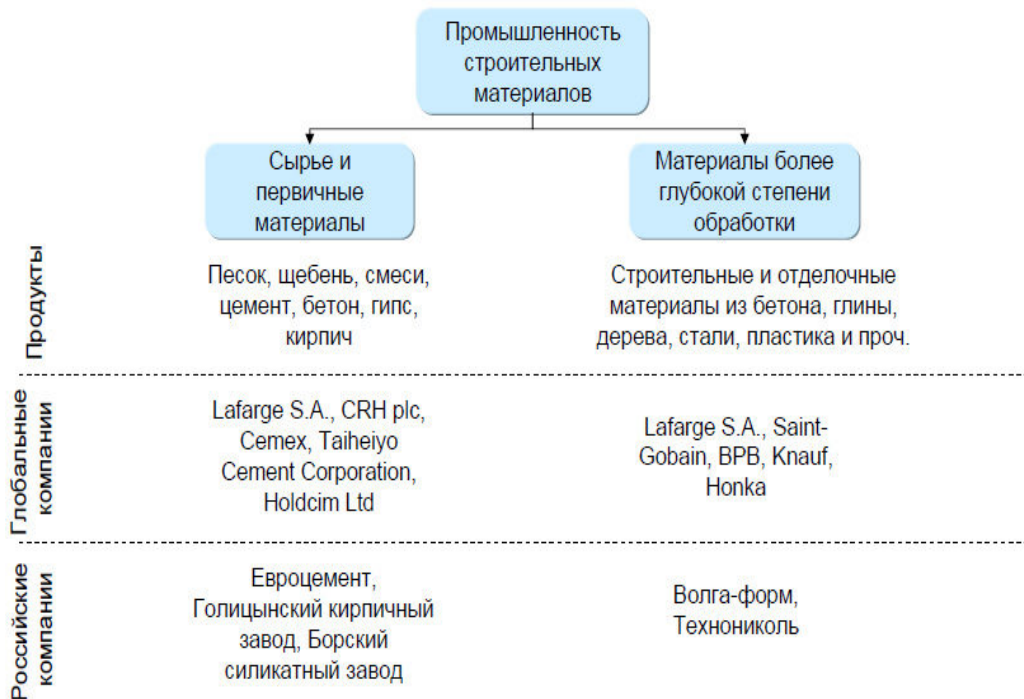


Рис. 2. Классификационные группы промышленной продукции строительного комплекса

Данная классификация имеет для решения задач исследования принципиальное значение с позиции возможностей географической локализации производственных площадок и конкурентоспособного транспортного плеча. Другими словами говоря, при выборе зон размещения предприятий (производственных площадок) строительной индустрии действует правило: чем выше добавленная стоимость при производстве данного строительного материала, тем на более дальние расстояния экономически целесообразна его транспортировка. Так, согласно экспертной оценке специалистов отрасли, исходное сырье для производства стройматериалов (песок, глина, щебень и т.п.) экономически целесообразно перевозить на небольшие расстояния – до 200 км; первичные строительные материалы (цемент, кирпич, стекло, сборный железобетон) – до 400 км; продукция с более высокой добавленной стоимостью (теплоизоляционные и кровельные материалы) – до 500-600 км; «брендовые» же отделочные материалы имеют транспортное плечо в 4000 км [4].

Это объясняется тем, что при производстве материалов с глубокой степенью переработки создается больше добавленной стоимости, что и расширяет возможности логистики. Экспертные мнения специалистов отрасли дают следующие цифры: в конечной стоимости высокотехнологичного товара отрасли доля добычи сырья и производства первичных материалов составляет 15-20 %, НИОКР - 1-3 %, 40-50 % приходится на про-

изводство материалов глубокой переработки, 10-15 % на долю транспортировки и хранения, еще 15-20 % - на дистрибуцию и маркетинг [5].

Таким образом, производители сырья и первичных материалов зарабатывают на эффекте масштаба и возможности доступа к сырью и/или потребителю, а производители материалов с глубокой степенью обработки – на технологиях и бренде. При этом можно выделить и многочисленные промежуточные варианты, в зависимости от этапа производственно-сбытовой цепочки индустрии стройматериалов.

Вместе с тем, при определении направлений диверсификации стоит учитывать и такую специфику рынка первичных материалов, как высокий уровень консолидации компаний-лидеров отрасли (сегмента). Так, по состоянию на середину 2000-х гг. три крупнейших компании-производителя (каждый в своем сегменте) контролировали 50 % мирового рынка гипсокартона, 60 % рынка кирпича в США и 44 % рынка изоляционных материалов Европы. В России ситуация схожа: доля одного только холдинга «Евроцемент» на рынке российского цемента составляет 50 % [6].

В этой связи можно провести сравнительный анализ направлений диверсификации производственной деятельности: на рынках первичных материалов и рынках строительных материалов с высокой добавленной стоимостью (таблица 1.).

Таблица 1 -Направления «продуктовой диверсификации» в индустрии строительных материалов

	Производство первичных материалов	Производство материалов глубокой переработки
Уровень конкуренции	средний	средний (в некоторых сегментах)
Входные барьеры	высокие (большая капиталоемкость, ограниченный доступ к сырью)	высокие (большая капиталоемкость, высокие вложения в бренд)
Влияние поставщиков	высокое (ограниченный круг поставщиков сырья, логистические ограничения)	высокое (ограниченный круг поставщиков сырья и первичных материалов)
Влияние потребителей	низкое (производство локализовано)	среднее, высокое (власть продавцов и дистрибьюторов)
Товары-заменители	нет	много

Из таблицы видно, что само по себе направление диверсификации в сторону добычи сырья и производства первичных материалов малопривлекательно с экономической точки зрения (низкая рентабельность, затрудненный доступ к ресурсам, консолидированный рынок), но, в то же время, это может являться важней-

шим стратегическим конкурентным преимуществом при производстве строительных материалов глубокой переработки (давать синергетический эффект). Диверсификация производства в направлении продукции с высокой добавленной стоимостью, напротив, более «привлекательна» с финансово-экономической точ-

ки зрения, но при этом обусловлена важностью бренда и тесной связью с поставщиками сырья и первичных материалов.

Анализ мирового опыта диверсификации производственной деятельности в сфере строительства ([4], [7]) также подтверждает, что крупнейшие мировые и отечественные компании-производители первичных материалов диверсифицируют свою деятельность за счет производства материалов глубокой степени обработки, контролируя при этом всю производственно-сбытовую цепочку вплоть до дистрибуции. И, напротив, предпринимательские структуры, чей фокус – материалы глубокой степени переработки, тесно интегрированы в добычу сырья и производство первичных материалов.

В этой связи, с учетом проведенной нами классификации, в условиях диверсификации у предпринимательской структуры строительной индустрии есть два возможных пути.

1) В случае ориентации на производство первичных материалов — позиционировать себя рядом с одним из трех основных существующих конкурентов и начать борьбу за долю рынка. Подобная тактика будет оправдана только в том случае, если а) региональный рынок достаточно велик, и на нем хватит места и для нового предприятия; б) компания имеет доступ к источнику сырья и получает, таким образом, серьезное конкурентное преимущество.

2) В случае ориентации на производство материалов глубокой переработки — найти уникальное сырье или технологию, и предложить потребителю на его основе товар с особыми отличиями, тем самым переориентировать потребителя на свою сторону. При этом необходимо удостовериться в совместимости оборудования предприятия для работы с таким материалом или возможности запуска новой технологии (отсутствие инженерно-ресурсных ограничений), убедиться в достаточном спросе на новый продукт, просчитать экономическую целесообразность нового производства.

Вместе с тем, российские производители стройматериалов, наряду с общими для всех развитых стран проблемами отрасли, вынуждены учитывать и отечественную специфику. Так, одной из основных тенденций в мировой индустрии строительных материалов является переход на ресурсосберегающие, энергоэффективные технологии ([8], [9]). Причем это относится не только к производству материалов глубокой переработки, но и к производству первичных материалов. Данная тенденция имеет под собой объективную базу: внешние

факторы развития отрасли (рост цен на энергоносители и сырье, снижение запасов природных ресурсов, увеличение количества стихийных бедствий и техногенных катастроф и пр.) заставляют строительные компании переходить на экономичные и ресурсоемкие строительные технологии, что ведет к изменению спроса, а затем и предложения на рынках стройматериалов. В частности, увеличивается спрос на заменители натуральных материалов (пластик, синтетический гипс и т.д.), что с неизбежностью заставляет компании-производители увеличивать долю своих НИОКР и переходить на энерго- и ресурсосберегающие, а также малотрудоемкие технологии.

Между тем, Россия несколько отстает в этом направлении [10]. Отечественные производители стройматериалов ориентированы, в первую очередь, на строительство среднего и низшего ценового сегмента. Сбыт на их продукцию жестко локализован. При этом активно применяются производственные технологии, разработанные еще в советские годы (двадцать-тридцать лет назад): из трех крупнейших российских заводов по выпуску цемента только на одном используется энергосберегающая «сухая» технология. Этот факт накладывает серьезные ограничения на возможности диверсификации в индустрии строительных материалов, особенно в случае реализации диверсификационного проекта путем покупки действующих компаний.

### **Заключение**

Таким образом, проведенное исследование подтвердило, что последовательность определения направлений диверсификации производства для предпринимательской структуры строительной индустрии целесообразно проводить путем построения цепочки создания стоимости в строительном бизнесе, выявления классификационных групп производимой продукции (услуг) с учетом логистических ограничений и установления возможностей производственно-продуктового позиционирования компании на рынке. В частности, данным способом удалось выяснить, что перспективными направлениями диверсификации для российских производителей строительных материалов являются следующие направления:

А) «продуктовая диверсификация»: производство материалов с как можно более глубокой степенью переработки;

Б) «вертикальная диверсификация»: добыча сырья и производство первичных строительных материалов;

В) «горизонтальная диверсификация»: строительная деятельность;

В) «смежная диверсификация»: увеличение составляющей сферы услуг (проектирование, управление недвижимостью и т.п.).

По всем возможным направлениям диверсификации (продуктовая, вертикальная, горизонтальная, смежная) руководством компании может быть сделан выбор на основе целого ряда критериев, в том числе:

1. Наибольшие стратегические преимущества для предпринимательской структуры от реализации диверсификационного проекта (например, организация добычи своего сырья с возможностью его продажи сторонним организациям позволяет не только удешевлять собственную продукцию, но и «усложнять» доступ к сырью для конкурентов).

2. Максимальная норма прибыли диверсификационного проекта.

3. Минимальные сроки окупаемости для нового вида деятельности.

4. Минимальный размер инвестиций для реализации диверсификационного проекта.

5. Максимальное использование имеющихся материальных ресурсов (производственных площадей, технологий, техники, оборудования и т.п.).

6. Минимальные затраты на поиск, обучение, переподготовку кадров и т.д.

При этом способы диверсификации могут быть различные (покупка действующей компании, создание нового предприятия «с нуля», реализация проекта внутренними силами организации), но в любом случае необходима ориентация на энерго- и ресурсоемкие технологии.

#### Библиографический список

1. Бурмистрова Т., Федотов А. Новая научно-техническая политика: контуры формирования и реализация. // "Экономист" - 2000. - №2. - С. 34-39.
2. Овакимян Б. Р. Методы обеспечения конкурентоспособности производства в условиях глобализации. - М.: Экон-Информ, 2009. - 131 с.
3. Цапу В. Л. Факторы информационной поддержки принятия управленческих решений инвестиционно-строительными холдингами // Градостроительство. - 2012. - № 4. - С.108-109.
4. Промышленность строительных материалов. [Электронный ресурс]. [сайт]. [2013]. URL: [http://www.ivr.ru/kbr2/downloads/constructing\\_materials.pdf](http://www.ivr.ru/kbr2/downloads/constructing_materials.pdf) (дата обращения: 01.04.2013).
5. Дмитриев М. Н. Стратегия и тактика развития инвестиционно-строительного комплекса. - Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. - 183 с.
6. Строительный комплекс России в 2008 году. [Электронный ресурс] // Доклад Министерства экономического развития России. [сайт]. [2013]. URL:

<http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/monitoring> (дата обращения: 03.04.2013).

7. Гусева М. Н. Конкурентоспособность строительных организаций: учебное пособие. - Москва: Издательский дом ГУУ, 2010. - 49 с.

8. Кирничный В. Ю., Бирюков В. В. Технологическое развитие строительного производства и совершенствование методов строительства в регионе // Вестник СибАДИ. - 2012. - № 6. - С.121-124.

9. Хромов О. В. Системные направления решения задач технического перевооружения предприятий промышленности России на передовой научно-технической основе // Вестник экономической интеграции. - 2012. - № 7. - С. 112-118.

10. Никитина Е. А. Основные проблемы оценки конкурентоспособности предприятия строительной индустрии. - Белгород: Белгородский гос. технологический ун-т, 2010. - 83 с.

#### SEARCHING OF DIVERSIFICATION DIRECTIONS OF BUSINESS ACTIVITY (ON THE EXAMPLE OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES)

V. V. Aleshchenko, D. K. Petrenko

In article questions of diversification of enterprise structures in construction complex are investigated. Chains of cost creation in construction business are built, classification groups of made production (services) taking into account logistic restrictions come to light, possibilities of production and grocery positioning of the company in the market are established. Practical recommendations about searching of the diversification directions of a production activity in a construction complex are made.

**Keywords:** diversification, enterprise structure, production, construction complex.

#### Bibliographic list

1. Burmistrova T. Fedotov A. New scientific and technical policy: contours of formation and realization // Economist - 2000. - № 2. - P. 34-39.
2. Ovakimyan B. R. Methods of ensuring competitiveness of production in the conditions of globalization. - M: Ekon-Inform, 2009. - 131 p.
3. Tsapu V. L. Factors of information support of adoption of administrative decisions investment and construction holdings // Town planning. - 2012. - No. 4. - P. 108-109.
4. Industry of construction materials. [Electronic resource]. [site]. [2013]. URL: [http://www.ivr.ru/kbr2/downloads/constructing\\_materials.pdf](http://www.ivr.ru/kbr2/downloads/constructing_materials.pdf) (address date: 01.04.2013).
5. Dmitriev M. N. Strategy and tactics of development of an investment and construction complex. - N Novgorod: NNGASU, 2009. - 183 p.
6. Construction complex of Russia in 2008. [Electronic resource]//Report of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation. [site]. [2013]. URL: <http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/monitoring> (address date: 03.04.2013).

7. Gusev M. N. Competitiveness of the construction organizations: manual. - Moscow: GUU publishing house, 2010. - 49 p.

8. Kirnichny V. U., Birukov V. V. Technological development of construction production and improvement of methods of construction in the region // Messenger SIBADI. - 2012. - № 6. - P. 121-124.

9. Khromov O. V. The system directions of the solution of modernization problems in the enterprises of the Russia industry on the advanced scientific and technical basis // The Messenger of economic integration. - 2012. - № 7. - P. 112-118.

10. Nikitin E. A. Main problems of estimates of competitiveness of the enterprise of building industry. - Belgorod: The Belgorod state. technological un-t, 2010. - 83 p.

*Алеценко Виталий Викторович - кандидат экономических наук, старший научный сотрудник. Омская экономическая лаборатория ФГБУН Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук (ОЭЛ ИЭОПП СО РАН). Направление научных исследований: Научные основы региональной политики и устойчивое развитие регионов и городов. Общее количество публикаций: 77. e-mail: oelab@mail.ru*

*Петренко Дмитрий Константинович - соискатель ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)». Направление научных исследований: Научные основы региональной политики и устойчивое развитие регионов и городов. Общее количество публикаций: 5. e-mail: oelab@mail.ru*

УДК 343

### НЕЗАКОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНОСТРАННОЙ РАБОЧЕЙ СИЛЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

В. А. Андрюшенков

**Аннотация.** В статье рассматриваются существующие в настоящее время проблемы привлечения незаконных мигрантов в строительной деятельности. Производится анализ негативного воздействия на социально-экономические и политические процессы в России. Анализируются нормы действующего законодательства в рассматриваемой области.

**Ключевые слова:** незаконная миграция, национальная безопасность, строительство, нормативно-правовые акты.

#### Введение

Глобализационные процессы современности имеют как положительные, так отрицательные стороны. К последним можно отнести количественный рост незаконных перемещений через границу одного государства на территорию другого, который стал превалировать над уровнем законных. В большей мере это отразилось на сфере строительства. Незаконная миграция в сфере строительства стала приобретать всеобъемлющий характер и оказалась неконтролируемой со стороны компетентных органов власти как федерального, так и регионального уровней. Как результат, на сегодняшний день незаконная миграция превратилась в устойчивое явление, оказывающее негативное воздействие на социально-экономические и политические процессы в России.

#### Основная часть

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года [8] отмечает, что неконтролируемая и незаконная

миграция стала одной из форм трансграничной организованной преступности наряду с незаконным распространением наркотических средств и психотропных веществ. Данная стратегия указывает, что такая миграция способствует усилению националистических настроений, различного рода экстремистских проявлений, создает благоприятные условия для возникновения и дальнейшего разрастания конфликтов на этнической почве. Помимо прочего незаконная миграция создает угрозу экономической стабильности государства, поскольку негативно воздействует на сферу трудовой занятости российских граждан.

В июне 2012 года Президентом Российской Федерации утверждена «Концепция государственной миграционной политики Российской Федерации до 2025 года». В рамках данной Концепции планируется разработка, принятие нормативно-правовых актов, обеспечивающих реализацию целей, задач и основных направлений государственной мигра-

ционной политики Российской Федерации. Это лишний раз показывает важность вопроса легальных миграционных процессов для страны.

Также данный документ отмечает, что одним из условий обеспечения национальной безопасности является надёжная защита и охрана государственной границы Российской Федерации, где основными угрозами являются наличие и возможная эскалация вооружённых конфликтов вблизи её государственной границы, незавершённость международно-правового оформления государственной границы Российской Федерации с отдельными сопредельными государствами. Угрозу безопасности в пограничной сфере представляют деятельность международных террористических и экстремистских организаций по переброске на российскую территорию своих эмиссаров, средств террора и организации диверсий, а также активизация трансграничных преступных групп по незаконному перемещению через государственную границу Российской Федерации наркотических средств, психотропных веществ, товаров и грузов, водных биологических ресурсов, других материальных и культурных ценностей, организации каналов незаконной миграции. Негативное влияние на обеспечение надёжной защиты и охраны государственной границы Российской Федерации оказывает недостаточный уровень развития пограничной инфраструктуры и технической оснащённости пограничных органов.

В июне 2012 года Президентом Российской Федерации утверждена «Концепция государственной миграционной политики Российской Федерации до 2025 года». Среди основных целей государственной миграционной политики Российской Федерации определено обеспечение национальной безопасности Российской Федерации, максимальная защищённость, комфортность и благополучие населения Российской Федерации. В рамках данной Концепции планируется разработка, принятие нормативно-правовых актов, обеспечивающих реализацию целей, задач и основных направлений государственной миграционной политики Российской Федерации. Среди задач данной Концепции определено противодействие незаконной миграции на территории РФ. Это лишний раз показывает важность вопроса предупреждения преступлений в рассматриваемой области.

Концепция долгосрочного социально-экономического развития на период до 2020 года среди приоритетных направлений реализации государственной демографической

политики определено управление миграционными процессами в целях снижения дефицита трудовых ресурсов в соответствии с потребностями экономики, в том числе: проведение активной региональной социально-экономической политики, направленной на сохранение численности населения на Дальнем Востоке и в Сибири; содействие переезду в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом; привлечение квалифицированных иностранных специалистов, в том числе выпускников российских высших учебных заведений, молодежи из иностранных государств для обучения и стажировки в Российской Федерации; оптимизация миграционных процессов в связи с формированием общего рынка труда в рамках интеграционных процессов на евразийском пространстве, создание цивилизованных условий труда и жизни для мигрантов, защита их гражданских прав [6].

Также данная Концепция отмечает, что такая государственная политика должна строиться на формировании в обществе толерантного отношения к трудовой миграции и мигрантам, с целью обеспечения эффективного контроля за соблюдением законодательства в отношении трудовых мигрантов.

Характеристика личности незаконного мигранта, задействованного в строительной сфере, выглядит следующим образом. В большинстве своем незаконно въезжают на территорию Российской Федерации граждане из стран СНГ, Дальнего зарубежья (в частности, Юго-Восточной Азии) с целью поиска работы для поддержания надлежащего уровня жизни, в свою очередь, из них около 70 % оказываются задействованными в сфере строительства. В отношении уровня образования стоит отметить, что лица, незаконно пересекающие государственную границу России, в большей части имеют среднее специальное (34 %). Действительно, такие мигранты с низким уровнем образования, приехавшие из отдаленных и сельских районов, как правило, обладают низким правосознанием, и не обладают специфическими необходимыми знаниями в сфере строительной деятельности. Чаще всего их возраст колеблется от 19 до 36 лет. Несмотря на молодой возраст, более половины мигрантов имеют собственную семью и детей. Более 40 % имеют трех и более иждивенцев [11].

Важно отметить, что до осуществления незаконного перемещения на территорию Российской Федерации, большинство мигрантов на родине работали по найму на



постоянной основе – 26 %; 19 % - работали по найму на временной основе; 18 % были безработными; 16 % имели разовую работу; 5 %- домохозяйки; 6 %-учились в школе, вузе; 6 %- занимались индивидуальной трудовой деятельностью; 4 %-были задействованы в собственном земельном хозяйстве[11].

Большинство из них приезжают из крупных городов (около 60 %), из небольших городов (около 25 %), из сел, поселков (не более 15 %)[7].

В основном иностранные граждане прибывают из стран СНГ (Армения, Таджикистан, Узбекистан, Киргизия, Казахстан, Украина), что фактически отражают и подтверждается данными Федеральной службы государственной статистики. Так, в 2011 году количество мигрантов из стран СНГ составило 310 549 человек, из них: Азербайджан – 22316, Армения – 32747, Беларусь – 10182, Казахстан – 36474, Киргизия – 41562, Республика Молдова – 19578, Таджикистан – 35087, Туркмения – 4524, Узбекистан – 64493, Украина – 43586. Из стран дальнего зарубежья таких граждан составило всего 45986, что практически в 7 раз меньше.

Э.Р. Байбурина отмечает, что легально пересекают государственную границу Российской Федерации 85,4 % мигрантов, 5,7 % - незаконно используют слабо контролируемые пограничные участки, 8,9 % - при помощи поддельных документов осуществляют пересечение государственной границы РФ [1].

В отношении вероисповедания, следует отметить, что большинство таких иностранных граждан, задействованных в сфере строительства, исповедуют мусульманство – 83 %, лишь мало часть исповедует христианство – 15 %, другие – 2 %.

В отношении географической распространенности привлечения мигрантов, то высокая их доля приходится на Москву, Санкт-Петербург, Московскую и Ленинградскую области, Сибирь и Урал.

Рассматривая причины нелегальных привлечений иностранных граждан в сфере строительства, необходимо отметить, что некоторые организации, в которых работают иностранные граждане, не расплачиваются со своими сотрудниками годами (например, авиационный завод имени Чкалова (ТАПОИЧ), управление «Ташкентлифт» и т.д.)[2]. Как единственно возможным способом к существованию такие трудовые мигранты перебираются на территорию России. Тем более, что центр социально-трудовых прав Российской Федерации провел исследования занятости и оплаты труда мигрантов и

сделал вывод, что зарплата и количество рабочих часов граждан Российской Федерации и иностранных граждан практически сравнялись. Трудовые мигранты в сфере строительства в среднем получают чуть больше 20 тысяч рублей в месяц, а россиянин - 25 тысяч рублей. Как результат - за последние три года приток мигрантов увеличился на 37 процентов [5].

При этом нелегальных мигрантов не останавливает вероятность не выплаты заработной платы и на территории России. По словам руководителя информационно-правового центра «Миграция и закон» Г. Джураевой, в последнее время «пошел вал невыплат зарплат и увольнений с работы мигрантов»[3,6].

Некоторые иностранные граждане, экономически не способные выжить в непростых российских условиях, возвращались на родину. Однако большая часть таких граждан осталась на территории РФ, с целью заработать хоть что-то. В результате мигранты, как законные, так и незаконные (большая часть незаконных) стали активными участниками прямых оттоков денежных средств на родину из России. Имеет место повсеместная невыплата налогов за свою трудовую деятельность со стороны мигрантов, от чего страдает вся экономическая система России, в части не до получение налогов в бюджеты разных уровней. Необходимо обратить внимание, что установленный Налоговым кодексом РФ, высокий подоходный налог на доходы физических лиц, нерезидентов России, который составляет 30 % [10] (вместо 13 % - для резидентов), а также повсеместное использование труда мигрантов в сферах экономики, без должного оформления трудовых отношений, и как следствие не внесение работодателем налогов и сборов, в соответствующие фонды, – все это является причинами того, что въезжающими лицами нарушается миграционное законодательство России, и как следствие соответствующие бюджеты недополучают средства, которые должны были идти на выполнение программ по национальному благополучию, безопасности страны.

Важно отметить, что за незаконное привлечение к трудовой деятельности иностранных граждан на территории РФ несут ответственность как физические, так и юридические лица. При этом законодатель в Кодексе об административных правонарушениях РФ (КоАП РФ) существенно дифференцировал данную ответственность. По статье 18.15 КоАП РФ предусмотрена следующая санкция: административный штраф на граждан в раз-

мере от двух тысяч до пяти тысяч рублей; на должностных лиц - от двадцати пяти тысяч до пятидесяти тысяч рублей; на юридических лиц - от двухсот пятидесяти тысяч до восьмисот тысяч рублей либо административное приостановление деятельности на срок от четырнадцати до девяноста суток. Так, например, Гатчинским городским судом рассмотрено 10 административных дел по части 1 статьи 18.15 КоАП РФ (незаконное привлечение к трудовой деятельности в Российской Федерации иностранного гражданина или лица без гражданства) в отношении ООО «СитиИнвестСтрой», выступавшего в качестве генерального подрядчика при строительстве многоквартирного дома, расположенного по адресу: Ленинградская область, Гатчина, улица Красных Военлетов, дом 4А. На объекте было выявлено 13 иностранных граждан, незаконно осуществляющих трудовую деятельность на территории Российской Федерации. Суд установил вину ООО «СитиИнвестСтрой» в совершении вменяемых ему правонарушений и назначил административные наказания в виде штрафов на общую сумму 3 миллиона 400 тысяч рублей[4].

На сегодняшний день нередко можно услышать о наличии в обществе неприязни по отношению к иностранным гражданам и лицам без гражданства, въехавшим на территорию России как законно, согласно действующему законодательству, так и особенно незаконно - преступным путем. Данная закономерность была выявлена нами при опросе населения Томска, Омска, Новосибирска, Москвы. На вопрос: «Как Вы относитесь к приезжающим в Россию мигрантам?» большинство респондентов (70 %) ответило отрицательно, обосновав это тем, что мигранты ведут себя нагло, агрессивно, отнимают рабочие места у коренных жителей. Также 22 июля 2013 г. Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) опубликовал результаты опроса населения (1600 человек в 130 населенных пунктах в 42 областях, краях и республиках России), касающегося реальных угроз для страны. В результате, 35% респондентов отметили среди таких угроз заселение России представителями других национальностей [9]. Как видим, общество на сегодняшний день испытывает озабоченность вопросом присутствия нелегальных мигрантов на территории РФ, поскольку данный вопрос уже остро назрел в общественной среде.

Не случайно, руководитель ФМС К. Ромодановский отметил, что число нелегальных

мигрантов в строительной сфере, приезжающих из стран СНГ на территорию Российской Федерации, становится избыточным. По официальной статистике в 2012 году в России проживали 10,3 миллиона иностранных граждан, и это лишь только законно пересекающие мигранты. В этой связи депутаты А. Журавлев и С. Жигарев предложили законопроект об обязательной покупке «миграционного векселя» стоимостью 30 тысяч рублей. Суть его состоит в том, что любой приезжающий иностранный гражданин будет его приобретать, если у РФ с его государством нет визового режима. Предлагается также, что этим векселем будет оплачиваться стоимость депортации мигранта на родину, в случае необходимости [12].

### Заключение

Как видим, вопрос привлечения незаконных мигрантов в строительную сферу является актуальным вопросом современности, поскольку затрагивает все сферы человеческой жизнедеятельности. При этом следует отметить, что действующее законодательство не всегда успевает за контролем в регулирование незаконных миграционных потоков на территорию России, и нуждается в дальнейшем совершенствовании.

### Библиографический список

1. Байбурина Э. Р. Организация незаконной миграции: уголовно-правовой и криминологические аспекты: дис. ... канд.юрид.наук. Челябинск, 2010. С.71. – 208 с.
2. Вот почему мигранты из Узбекистан едут на заработки в Россию. URL: // <http://www.migrant.ru/news.php?id=303> (дата обращения 19.07.2013)
3. Джани Ф. Россия: Финансовый кризис и трудовые мигранты. URL: // <http://www.fergananews.com/articles/5939> (дата обращения 29.07.2013)
4. За незаконное использование иностранной рабочей силы подрядчик в Гатчине оштрафован на 3,4 миллиона рублей. URL: // <http://newsrus.su/main/i4938-za-nezakonnnoe-ispolzovanie-inostrannoj-rabochej-sily.html> (дата обращения 11.08.2013)
5. Зарплата мигрантов и российских рабочих практически сравнялась. URL: // <http://www.stanradar.com/news/full/3520-zarplata-migrantov-i-rossijskih-rabochej-prakticheski-sravnjalas.html> (дата обращения 19.07.2013)
6. Концепция долгосрочного социально-экономического развития на период до 2020 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р // Там же. 2008. № 47, ст. 5489. С. 14009–14135.

7. Незаконная миграция в России (по материалам конференции "Незаконные мигранты в России: ситуация, тенденции, политика", Москва, 24 апреля 2003 года). URL: // <http://www.demoscope.ru/weekly/2003/0111/analit05.php> (дата обращения 10.03.2012).

8. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года : указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2009. № 20, ст. 2444. С. 6414–6435.

9. Официальный сайт ВЦИОМ. URL :// <http://wciom.ru/index.php?id=459&uid=114302>

10. См. ч.2 ст. 224 Налогового кодекса РФ от 5 августа 2000 г. N 117-ФЗ // «Российская газета» от 10 августа 2000 г. №153-154

11. Федотова М.Ф., Шойко И.С., Современная миграционная политика Российской Федерации // Журнал "Право и безопасность". № 2. 2010. [Электронный ресурс]. URL: // [http://dpr.ru/pravo/pravo\\_31\\_7.htm](http://dpr.ru/pravo/pravo_31_7.htm) (дата обращения 29.07.2013)

12. ФМС насчитала 11 миллионов иностранцев в России. URL:// <http://www.km.ru/v-rossii/2013/06/18/federalnaya-migratsionnaya-sluzhba-rf/713961-fms-naschitala-11-millionov-inostra> (дата обращения 25.07.2013)

#### ILLEGAL USE OF FOREIGN LABOR IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

V. A. Andryushenkov

This article discusses the currently existing problems involving illegal migrants in construction activity. The analysis is the negative impact on the socio-economic and political processes in Russia. Analyzes the current legislation in this area.

**Keywords:** illegal immigration, national security, construction, laws and regulations.

#### Bibliographic list

1. Bayburina E. R. Organization of illegal migration and criminal kriminologichesk-cal aspects: Dis. ... Kand.yurid.nauk. Chelyabinsk, 2010. P. 71. - 208.

2. That's why immigrants from Uzbekistan go to work in Russia. URL: / / <http://www.migrant.ru/news.php?id=303> (the date of the Treatment 19.07.2013)

3. Jani F. Russia: The financial crisis and the labor migrants dovye. URL: / / <http://www.fergananews.com/articles/5939> (date-treatment 29.07.2013)

4. For the illegal use of foreign labor contractor in Gatchina fined 3.4 million rubles. URL: / / <http://newsrus.su/main/i4938-za-nezakonnoe-ispolzovanie-inostranoj-rabochej-sily.html> (date-treatment 11/08/2013)

5. Salary Workers and Russian workers are almost equal. URL: // (Date accessed 19.07.2013)

6. The concept of long-term socio-economic development for the period up to 2020: approved. Resolution of the Government of the Russian Federation from November 17, 2008 number 1662-P // Ibid. 2008. Number 47, Art. 5489. S. 14009-14135.

7. Illegal migration in Russia (according to materials of the conference "The illegal migrants in Russia: the situation, trends and policy", Moscow, 24 April 2003). URL: / / <http://www.demoscope.ru/weekly/2003/0111/analit05.php> (date accessed 10/03/2012)

8. The National Security Strategy of the Russian Federation until 2020: Decree of the President of the Russian Federation dated May 12, 2009 number 537 // Collected Legislation of the Russian Federation. 2009. Number 20, art. 2444. S. 6414-6435.

9. The official website polls. URL :/ / <http://wciom.ru/index.php?id=459&uid=114302>

10. See Part 2 of Art. 224 of the Tax Code of the Russian Federation dated August 5, 2000 N 117-FZ // "Rossiyskaya Gazeta" on August 10, 2000 № 153-154

11. Fedotov MF, Shoyko IS, Modern Migration Policy of the Russian Federation // "Law and Security". № 2. 2010. [The electron source]. URL: / / [http://dpr.ru/pravo/pravo\\_31\\_7.htm](http://dpr.ru/pravo/pravo_31_7.htm) (date accessed 29.07.2013)

12. FMS has counted 11 million foreigners in Russia. URL :/ / (Date accessed 25.07.2013)

*Андрюшенков Владимир Александрович – аспирант кафедры уголовного права и криминологии Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского (ОмГУ им. Ф. М. Достоевского). Основное направление деятельности: юриспруденция.*

УДК: 65.012

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ТРУДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОМСКЕ

С. Н. Апенько

**Аннотация:** Представлен анализ особенностей, тенденций и проблем внедрения управления проектами в Омском регионе. Изложены результаты анкетного опроса на омских предприятиях, применяющих проектное управление. Сделано обобщение уровня управления проектами как профессионального труда.

**Ключевые слова:** проект, проектно-ориентированное управление, профессиональный труд специалистов по управлению проектами.

### Введение

В условиях повышенной конкуренции важным фактором развития компаний становится эффективное использование ограниченных организационных ресурсов, а также создание продуктов и услуг с определенными качественными параметрами, обладающих потребительской ценностью. Поэтому для любого предприятия важна такая управленческая концепция, которая бы позволила достигать результат наиболее оптимальным образом с учетом ограничений по ресурсам и заданных качественных параметров. Данными возможностями обладает проектное управление, которое набирает свою популярность в России. «Методы управления бизнесом постоянно меняются, и тенденции последних лет демонстрируют развитие проектного подхода, получающего все большее признание в деловом сообществе, свидетельство чего – возрастающее количество сертифицированных специалистов и членов ассоциаций по управлению проектами: если 15 лет назад членами PMI были 17 тыс. человек, то к концу 2010 г. их число составило более 300 тыс.» [3, С. 31]

### Основная часть

Вместе с тем, распространение практики управления проектами на российских предприятиях и организациях происходит неравномерно. Разный уровень использования проектного подхода наблюдается в различных регионах России. Общая тенденция заключается в том, что экономически более успешные регионы начали внедрять проектное управление раньше и достигли значительных успехов в этой области по сравнению с проблемными регионами. Данное обстоятельство обуславливает необходимость в исследованиях региональных особенностей развития управления проектами как профессионального труда и выработки общей региональной политики в отношении использования проектной методологии и инструментов различными экономическими субъектами.

Необходимо признать, что масштабных исследований, содержащих развернутую статистику о том, как в настоящее время обстоят дела в проектном управлении в разных регионах России, никто не проводил. Для решения данной задачи кафедрой «Инновационное и проектное управление» ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского» проведено исследование в период 2011-2013 гг. В исследовании с помощью метода анкетного опроса приняли участие: в 2011 г. – 123 предприятия (массовый опрос), в 2012-2013 гг. 38 предприятий и организаций города Омска, применяющих на разном уровне методологию разработки и реализации проектов (углубленный экспертный опрос). При анализе следует понимать, что это наиболее прогрессивные с позиций практики управления проектами предприятия. Распределение предприятий по сферам деятельности следующее:

- промышленность – 21 %;
- торговля – 19 %;
- строительство – 19 %;
- образование – 8 %;
- финансовые услуги – 11 %;
- государственное и муниципальное управление – 8 %;
- консалтинг – 14 %.

В связи с тем, что исследование носит разведывательный характер, направлено на изучение опыта управления проектами и формирования запроса на обучение специалистов в соответствии с требуемыми компетенциями, а также в связи с отсутствием первичной информации о генеральной совокупности, по полученной выборке сложно делать выводы об уровне её репрезентативности. Вместе с тем, при выборе предприятий для опроса учитывалась общая тенденция обращения предприятий к проектной форме организации деятельности и управления, существующая в российской практике. Действительно, проектной деятельностью занимаются крупные промышленные предприятия, пере-

довые организации сфер торговли и финансовых услуг, традиционно проекты реализуют предприятия строительства и, в частности, проектные институты, а также консалтинговые фирмы. В деятельности государственных и муниципальных органов власти проекты являются также распространенной формой.

В результате анализа выявлен ряд особенностей и тенденций становления и развития проектно-ориентированного управления в Омском регионе.

Исследование продемонстрировало высокий уровень проявления внимания омских предприятий и организаций к проектному управлению. В частности, 69% из 123 опрошенных в 2011 году предприятий и организаций используют проектную форму деятельности и управление проектами. Причинами, побуждающими обратиться к проектному управлению, чаще всего называются осознание необходимости в новых наиболее эффективных формах деятельности, естественное развитие предприятия и переход его на высокую стадию, на которой формируется потребность в проектном управлении. Имеют значение также отраслевая специфика, обуславливающая неизбежность проектной формы, а также указание руководства о переходе на проектное управление.

Вместе с высоким уровнем интереса к проектной форме деятельности, необходимо признать, что наблюдается крайне противоречивые трактовки термина «проект», что ведет к рассогласованию позиций разных субъектов. Зачастую проект рассматривается как, в лучшем случае, бизнес-план, новая идея, выделенное направление деятельности, комплекс предложений с небольшим технико-экономическим обоснованием, в худшем – презентация, набор проектной документации, особое программное обеспечение деятельности. Многие предприятия, использующие термин «проект», не знают сущности управления проектами и не понимают, для чего надо управлять проектами. Это является следствием неверной трактовки сущности проекта и проявляется в практике управления комплексом мероприятий, инновациями, выделенным направлением деятельности с помощью традиционного менеджмента или ин-

новационного менеджмента. Данная практика значительно искажает и снижает эффективность деятельности по управлению проектами.

То есть, исследование подтвердило гипотезу о том, что подавляющее большинство предприятий, организаций и учреждений разрабатывают и внедряют различные проекты. При этом гораздо меньше организаций эффективно управляют проектами, еще меньше – перешли к проектно-ориентированному управлению. Это общая особенность, характерная не только для Омска, но и для России в целом.

Для доказательства сделанного вывода отметим, что под проектно-ориентированным управлением понимается особая форма менеджмента и практика использования специализированных управленческих структур, технологий, методов для успешной реализации деятельности, организованной в виде монопроектов, программ, портфелей проектов, мультипроектов [2]. Основными признаками обращения предприятия к проектно-ориентированному управлению являются: организация деятельности в виде проектов, использование инструментов управления проектами, использования особой структуры и особых механизмов управления множественностью проектов. Для развития практики использования проектного менеджмента необходимо осознание, что наличие проектов не тождественно управлению проектами, а управление проектами не тождественно проектно-ориентированному управлению.

По мнению самих представителей предприятий и организаций, деятельность по управлению проектами находится на недостаточно высоком уровне (табл. 1). Эксперты примерно половины предприятий осознают, что управление проектами реализуется не всегда эффективно и системно. Каждое третье предприятие понимает, что управление проектной деятельностью стихийное и ситуативное. Порой такого управления вообще нет, проекты реализуются с помощью текущего управления традиционной функциональной (не проектной) деятельностью.

Таблица 1 - Распределение ответов на вопрос: «В какой степени используется управление проектами на Вашем предприятии?»

Качественный уровень управления проектами	Количество предприятий	
	единиц (шт.)	%
Реализуются проекты, но специального управления ими нет или оно осуществляется стихийно, ситуативно	13	34
Управление проектами осуществляется, но оно не всегда эффективно и системно	20	53
Управление проектами осуществляется комплексно, системно, эффективно	5	13
Всего	38	100

Таким образом, на данный момент проектно-ориентированное управление как особый вид профессионального труда находится только в начале своего развития. Зафиксирована неравномерность развития управления проектами в компаниях г. Омска: от компаний, использующих проектное управление, до компаний, использующих лишь термин «проект» без привлечения методологии, технологий и инструментов проектного управления. Омск находится на стадии осознания важности проектно-ориентированного управления.

Причин неравномерного развития проектной методологии в практике разных регионов много. К примеру, фактором, сдерживающим интенсивный рост числа организаций, которые на качественном уровне используют проектное управление, является общее экономическое состояние региона. Омская область относится к регионам с низкой экономической активностью. В частности, в одном из исследований по особенностям региональных рынков труда проведена процедура кластерного анализа методом k-средних, в результате которой все регионы РФ разбиты на четыре группы, характеризующиеся относительной однородностью определенных характеристик [5, с. 96]. Наряду с наличием трех кластеров регионов с разной степенью успешности, выделен четвертый проблемный кластер, в котором сосредоточено максимальное количество регионов: Центрального, Южного, Приволжского федеральных округов, а также Тыва, Республика Алтай, Алтайский край, Курганская, Омская области. Характерная для этого кластера низкая экономическая активность не позволяет достичь таких же темпов внедрения проектного управления, какие наблюдаются в успешных регионах. Еще одним фактором, влияющим на интенсивность использования проектно-ориентированного управления, выступает

общая концепция организационного развития предприятия: интенсивный рост и осознанное управление организационной эволюцией побуждает предприятия обращаться к методологии управления проектами [1].

Вместе с отмеченной особенностью наиболее общей тенденцией в омском регионе следует назвать формирование объективных предпосылок реализации предпринимательской активности компаний в проектной форме, что постепенно приводит к необходимости профессионального управления проектной деятельностью. Нарастание интереса к проектам со стороны предпринимателей связано, во-первых, с заложенными в этом подходе преимуществами, а именно возможностью в установленные сроки и при наличии ограничений по ресурсам реализовать предпринимательскую цель по разработке и производству новых технологий, услуг или товаров, соблюдая при этом требования к их качеству. Во-вторых, происходящие в социально-экономической среде процессы также приводят предпринимателей к поиску новых эффективных форм организации деятельности [4]. В частности, кризисные явления дали основания зарубежным и российским бизнес-аналитикам строить прогнозы о том, что в ближайшие годы компании будут больше доверять проектному управлению. Хотя в кризисе стояли задачи по выживанию, но именно острые кризисные периоды предоставили профессионалам проектного управления возможность показать пользу от применения систематического проектного подхода в сложных экономических условиях.

Таким образом, общей тенденцией является нарастание интереса к профессиональному проектному управлению. Данную позитивную тенденцию рассмотрим сквозь призму частных тенденций в управлении проектами.

Одна из тенденций заключается в осознании результативности системной концепции профессионального управления проектами, предполагающей управление всеми функциональными областями и всеми процессами. К функциональным областям относятся управление содержанием проекта, временем, стоимостью, качеством, рисками, персоналом, коммуникациями, изменениями, закупками и контрактами. Проект в целом и выделенные в нем функциональные области должны управляться посредством процессов инициации, планирования, организации и контроля выполнения, анализа и регулирования, закрытия проекта. Сегодня нет необходимости долго доказывать важность реализации совокупности этих функциональных областей и процессов, без которых проект обречен на неудачу.

Однако осознание важности использования всех функциональных областей управления проектами не подкрепляется пока реальной практикой. На данный момент большая часть омских предприятий применяет только «золотой треугольник» - управление содержанием работ и результатами, сроками, ресурсами; слабо используются иные функциональные области, что значительно снижает возможности управления проектами.

Так, результаты опроса, представленные в таблице 2, демонстрируют, что на омских предприятиях реализуется управление со-

держанием работ, сроками и стоимостью проектов. Немного меньше, но также уделяют предприятия внимание управлению персоналом, качеством, в половине предприятий – управлению поставками. Остальные функциональные области развиты слабо. Проведенное дополнительное неформализованное интервью с представителями предприятий с целью выяснения применяемых методов и методик по данным областям показало, что самооценка уровня применения управления этими областями гораздо выше реального состояния дел.

Позитивную тенденцию к расширению используемых функциональных областей управления проектами демонстрируют ответы представителей предприятий на вопрос о том, какие функциональные области их предприятия хотели бы применять (табл. 2). Слабо востребованной пока остается область управления изменениями, что можно объяснить низкой осведомленностью предприятий о содержании и инструментах реализации этой функции. Остальные функциональные области привлекают внимание предприятий. Особенно отчетливо проявляется потребность в управлении рисками в проекте, хотя на данный момент этим занимаются далеко не все. Объяснение этому факту предприятия видят в отсутствии четких схем и инструментов реализации данной функции.

Таблица 2 - Распределение ответов на вопрос: «Какие функциональные области реализуются на Вашем предприятии, какие Вы бы хотели внедрить?»

Функциональные области	Применяем		Хотели бы применять	
	единиц (шт.)	%	единиц (шт.)	%
управление содержанием работ проекта	26	100	26	100
управление сроками	24	92	26	100
управление стоимостью	24	92	26	100
управление качеством	18	69	24	92
управление персоналом	20	77	24	92
управление рисками	8	31	22	85
управление коммуникациями	10	38	15	57
управление поставками	12	46	13	50
управление интеграцией проектов	5	19	13	50
управление изменениями в проектах	4	16	8	31

Представленные результаты исследования в омском регионе согласуются с общемировыми и российскими тенденциями повышения актуальности ряда функциональных областей управления проектами. В частности, наблюдается развитие эффективного управления изменениями в проекте как обязательной и важнейшей функциональной области. Мир становится динамичным и непредсказуемым, в управлении проектами ключевой позиционируется способность адаптироваться под эти изменения. Важно уметь балансировать ресурсами, временем и качеством проекта в изменяющейся среде. Сегодня эффективное управление изменениями приоритетно над стабильным планом проекта. Общий план и частные планы проекта должны быть разработаны и выполняться. Но если раньше на протяжении 2-3-х лет работали по неизменному плану, то сейчас акцент смещается на управление изменениями, при которых планирование и иные процессы управления проектом обладают свойствами адаптации и гибкой корректировки в соответствии с происходящими изменениями.

Обозначенная тенденция, вызванная динамичностью и неопределенностью среды, порождает необходимость управления рисками. Следовательно, еще одна тенденция заключается в том, что управление рисками станет важнейшей частью работы проектных менеджеров. Причем, если финансовые риски оцениваются сегодня во всех проектах, то методология и методика риск-менеджмента по другим профессиональным областям слабо представлены. Например, относятся к недостаточно проработанным такие направления, как риск-менеджмент персонала, риски отклонений от качества, коммуникационные риски и пр.

Следующая тенденция связана с возрастанием потребности в управлении ценностями проекта, требованиями и интересами стейкхолдеров, то есть всех лиц, влияющих на проект и на которых может повлиять проект. В этой связи необходимы такие действия, как идентификация и работа с ожиданиями и интересами стейкхолдеров, планирование и достижение сопутствующих ценно-

стей проекта. Сегодня важна не только предпринимательская экономическая цель проекта, но и что он дает для всех заинтересованных лиц. Наряду с экономическими результатами проекта внимание перемещается на социальное окружение проекта, важно удовлетворять интересы потребителей услуг или продукции, населения, жизнедеятельность которого может измениться под влиянием результатов конкретного проекта.

Важнейшая тенденция заключается в возрастании ценности и стоимости профессионального управления проектами. В настоящее время многие предприниматели осознают ценность профессионального управления проектами, необходимость привлечения сертифицированных менеджеров, владеющих всеми необходимыми современными технологиями и инструментами менеджмента проектов.

В России и, в частности, в Омске еще до конца не сформировано адекватное отношение к менеджеру проектом. Деятельность, связанная с управлением проектами, не идентифицируется пока официально как профессия. В квалификационном справочнике должностей руководителей и специалистов нет такой должности. Подтверждение представлено в таблице 3, которая демонстрирует, что на обследованных омских предприятиях управлением проектами занимаются, в основном, не специализированные субъекты. Лишь пять предприятий из всех вошедших в выборку имеют специально созданную службу, как правило, это проектный отдел или проектный офис. Но, учитывая, что в опросе участвовали самые прогрессивные в данной области предприятия, то в целом в Омске таких коллективных субъектов крайне мало. О том, что постепенно деятельность по управлению проектами приобретает черты профессиональной, говорит то, что почти половина организаций назначает на проект менеджера. Чаще проектами управляет высшее руководство и руководители, специалисты подразделений, которые совмещают текущую деятельность и работу в проекте.



Таблица 3 - Распределение ответов на вопрос: «Кто занимается управлением проектами на Вашем предприятии?»

Субъекты управления проектами	Количество предприятий	
	единиц (шт.)	%
специально созданная служба	5	19
специалист, занимающий выделенную в штатном расписании должность по управлению проектами и (или) организационному, стратегическому развитию и т.п.	4	16
высшее руководство предприятия	24	92
функциональные и линейные руководители, а также специалисты, осуществляющие наряду со своей основной деятельностью управление проектами	22	84
другие (специально назначенные менеджеры проектов)	11	42

Проект в российской бизнес-среде часто ассоциируется с техническим проектом, а не со сложной управленческой задачей по оптимизации ресурсов для достижения цели и удовлетворения интересов стейкхолдеров. Необходимо в корне изменить ситуацию. Проектами и программами должны управлять специально подготовленные для этого профессионалы, нужны управленцы-менеджеры с экономическим мышлением, способные принимать экономические и управленческие решения.

Одной из тенденций является постепенное возрастание доли сертифицированных специалистов по управлению проектами. Это общемировая тенденция. Она, хотя и значительно слабее, проявляется и в России. В омском регионе сертифицированных специалистов по управлению проектами крайне мало и точной статистики не имеется.

В настоящее время только формируется потребность в сертифицированных специалистах, которые квалифицированно могут управлять всем проектом, и функциональных специалистах, которые могут управлять функциональными областями. Важность приобретает и сертификация компаний. Сертификация означает, что в компании развита система управления проектом, и ей можно доверять крупные проекты. Сертификация - не самоцель и не гарантия эффективности проекта. Но сейчас крайне разнороден состав тех, кто занимается проектной деятельностью. Многие, применяя термины «проект» и «управление проектами», не знакомы с основами проектного управления. Сертификация в данной ситуации может стать своеобразным фильтром, отсеивающим непрофессионалов.

**Заключение**

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что омские предприятия и организации, использующие в своей практике управление проектами, развиваются в соответствии с общемировыми тенденциями. Осознание важно-

сти развития различных функциональных областей управления проектами как профессионального труда и соответствующей подготовки специалистов по управлению проектами имеется. Вместе с тем, необходимо признать, что, применяя слово проект, лишь немногие предприятия реализуют в своей деятельности профессиональное управление проектами. Большинство предприятий пока не владеют информацией о возможности использования проверенного на практике проектного инструментария. В этой связи актуальной является задача объединения специалистов по проектному управлению в профессиональные сообщества, расширение коммуникационных каналов и активное информационно-обучающее продвижение методологии проектно-ориентированного управления.

**Библиографический список**

1. Катунина И. В. Системно-синергетическая концепция организационного развития // Менеджмент в России и за рубежом – 2009 - № 5.-С. 10-17.
2. Математические основы управления проектами: учеб. пособие/ С. А. Баркалов, В. И. Воробаев, Г. И. Секлетова и др. Под ред. В. Н. Буркова. М.- Высш. Шк., 2005.- 423 с.
3. Перцев Д. В., Перцева Е. Ю. Типология корпоративных проектов внутреннего развития // Российский журнал управления проектами - 2012. - № 1(1).- С. 31-36
4. Смелик Р. Г. Эффективность труда в условиях государственной монополии // Экономические науки – 2007 - № 36 - С. 321-324.
5. Стукен Т. Ю. Дифференциация региональных рынков труда и её влияние на политику населения // Вестник Омского университета. Серия «Экономика» - 2010 - № 4 - С. 94-97.

**REGIONAL TRENDS OF PROJECT MANAGEMENT AS A PROFESSIONAL WORK: A STUDY IN OMSK**

S. N. Apenko

The analysis of features, tendencies and problems of introduction of project management in Omsk region is submitted. Results of questionnaire at Omsk enterprises applying project management are stated.

Generalization of level of project management as professional work is made.

**Keywords:** project, project-oriented management, professional work of project management experts.

### Bibliographic list

1. Katunina I. V. System-synergetic concept of organizational development // Management in Russia and abroad - 2009. - №5. -P. 10-17.
2. Mathematical Foundations of Project Management: Training. Manual / Barkalov S. A., Voropayev V. I., Sekletova G. I., and others, ed. Burkova V. N. M. - High. Sch., 2005. – 423 p.
3. Pertsev D.V., Pertseva E.J. Typology of corporate internal development projects // Russian Journal of Project Management. – 2012 - № 1- P. 31-36.

4. Smelik R. G. The efficiency of labor in the state monopoly // Economics – 2007 - № 36.- P. 321-324.

5. Stuken T. J. Differentiation of regional labor markets and its impact on population policy//Bulletin of Omsk university. Series "Economy"- 2010- № 4.-P. 94-97.

*Апенько Светлана Николаевна - доктор экономических наук, профессор. Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, экономический факультет, кафедра «Инновационное и проектное управление» заведующая кафедрой «Инновационное и проектное управление». Основные направления научной деятельности: управление проектами, организационное развитие и поведение, оценка и мотивация персонала. Общее количество опубликованных работ: 165. e-mail: apenkosn@yandex.ru.*

УДК 625.7

## АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ КОМПЛЕКС ОМСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ

В. В. Бирюков

**Аннотация.** Дана характеристика состояния и сложившихся тенденций развития автомобильно-дорожного комплекса Омской области, отмечены возникающие при этом проблемы, рассмотрены особенности и приоритетные направления его модернизации.

**Ключевые слова:** автомобильно-дорожный комплекс, модернизация, инновации, Омская область.

### Введение

Происходящие в последние десятилетия стремительные институциональные и научно-технические перемены обуславливают формирование особого места автотранспортного комплекса в жизни общества, он не только приобретает решающее значение как основа и катализатор социально-экономических изменений, но и скрепляя в пространственно-временном континууме хозяйственные связи, порождает их новое качество, меняя структуризацию экономики и иерархию ее компонентов. Взаимодействуя с другими подсистемами экономики автомобильно-дорожный комплекс может замедлить или ускорять ее развитие в целом, отставая в своей динамике от других подсистем или опережая их [3].

Транспортный комплекс Омской области в настоящее время включает в себя все виды транспорта; автомобильный транспорт выполняет особую роль, оказывая существенное влияние на формирование траектории социально-экономического развития области. В современных условиях в автотранспортном комплексе региона складываются весьма противоречивые процессы, в связи с этим

возникает настоятельная потребность анализа сложившихся тенденций, определения приоритетных направлений и механизмов его модернизации.

### Основная часть

В грузоперевозках области автомобильный транспорт занимает ведущую роль, хотя в совокупном грузообороте доминирует железнодорожный и трубопроводный транспорт. В последнее время роль автомобильного транспорта все более возрастает, это связано с доставкой грузов без дополнительных затрат на перегрузку. Автомобильный транспорт принял на себя мелкопартийные перевозки высокоценных и скоропортящихся грузов на расстоянии до 2000 км, а также значительную долю перевозок на среднее расстояние 500-1000 км.

Противоречивые социально-экономические изменения, происходящие на протяжении последних двух десятилетий, оказали существенное влияние на работу транспортного комплекса области и автотранспорта (таблица). В условиях рыночных реформ и продолжительного экономического кризиса в 1990-е годы произошло значительное сниже-

ние показателей работы автотранспорта, в последние годы наблюдается позитивные изменения в автотранспортном комплексе области, однако в целом показатели его работы остаются невысокими. Так, за 1990-2000 гг. объем грузов, привезенных автотранспортом общего пользования, сократился с 155,4 млн. т. до 26,6 млн. т. или на 82,9 %, грузооборот –

с 5,9 до 0,9 млрд. т. км или на 84,3%. За эти годы значительно изменилось транспортное обслуживание населения. Так, за 1990-2000 гг. перевозки пассажиров автобусами сократились с 548,4 до 314,6 млн. чел. Или на 42,7 %, пассажирооборот – с 5,7 до 2,5 млрд. пасс.-км или 56,2 %.

Таблица - Основные показатели автотранспорта [4]

	1990	1995	2000	2009	2010	2011
Автомобильные дороги с твердым покрытием (включая дороги необщего пользования) <sup>1</sup> , км	8778	11418	11398	12242	11954	11914
Перевезено грузов автомобильным транспортом, (включая ведомственный), млн. тонн	155,4	72,0	26,6	23,6	25,2	29,1
Грузооборот автомобильного (включая ведомственный) транспорта, млрд. т. км	5,9	4,3	0,9	0,8	1,0	1,2
Перевезено пассажиров автобусным <sup>2</sup> транспортом общего пользования, всего, млн. человек	548,4	366,6	314,6	322,2	290,5	271,5
Пассажирооборот автобусного <sup>3</sup> транспорта общего пользования, млрд. пассажиро-км	5,7	3,6	2,5	2,3	2,0	1,9
Наличие транспортных средств (на конец года, штук) <sup>3</sup>						
Грузовые автомобили (включая пикапы и легковые фургоны), всего	44588	49062	43800	56065	52583	53686
из них:						
общего пользования	6478	5440	1885	1031	631 <sup>4</sup>	522 <sup>4</sup>
в собственности граждан	40	10287	22327	45246	42418	44205
Пассажирские автотранспортные средства						
автобусы общего пользования	2885	2295	1552	1736	1596 <sup>4</sup>	1593 <sup>4</sup>
легковые автомобили, всего	128898	187051	275022	392668	419794	451183
из них						
в собственности граждан	124499	179120	269144	382506	409787	441326
Численность пострадавших в происшествиях с транспортными средствами (человек)						
погибло:						
пострадало в происшествиях на автомобильных дорогах и улицах			292	239	240	277
из них по вине водителей транспортных средств:						
индивидуальных владельцев			179	170	161	199
организаций			67	11	15	20
ранено:						
пострадало в происшествиях на автомобильных дорогах и улицах			3312	3777	3537	3942
индивидуальных владельцев			1840	2681	2587	2980
организаций			561	166	366	426
Выбросы загрязнений веществ в атмосферный воздух, тыс. тонн:						
от автотранспорта	...	140,3	327,5	303,0	197,0	213,7

<sup>1</sup> С 2006 года включая дороги местного значения.

<sup>2</sup> С 2001 года включая пассажиров, перевезенных автобусами, находившимися в собственности физических лиц, привлеченных к работе на маршрутах общего пользования.

<sup>3</sup> Без субъектов малого предпринимательства.

<sup>4</sup> Эксплуатационные автомобили

В прошедшем десятилетии ситуация стала улучшаться. Так, за 2000-2011 гг. протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием выросла с 11,4 до 11,9 тыс. км или на 4,4% (хотя в 1990-2000гг. рост составил 29,5 %); перевозки грузов автотранспортом увеличились с 26,6 до 29,1 млн. т. или на 9,1 %, грузооборот – с 0,9 до 1,1 млрд. т. км или на 22,2 %. Вместе с тем наблюдается снижение объема перевозок пассажиров автобусами – с 314,6 до 271,5 млн. чел. Или на 13,7 %, а также пассажирооборота автобусного транспорта – с 2,5 до 1,9 млрд. пасс.- км или на 14,0 %. Происходящие процессы автомобилизации приводят к росту количества грузовых и легковых автомобилей, основная часть которых находится в собственности физических лиц. За 2000-2011 гг. количество грузовых автомобилей увеличилось на 22,6 %, в том числе в собственности граждан – на 98,2 % (без субъектов малого предпринимательства). В настоящее время 98 % легковых автомобилей находятся в собственности граждан, их численность за 2000-2011гг. возросла на 63,9%, а в расчете на 1000 чел. – со 127 до 223 автомобилей или в 1,8 раза.

Несмотря на положительную динамику отдельных параметров в развитии автотранспортного комплекса сохранился целый ряд сложных проблем. Парк автотранспорта имеет высокий средний возраст и несовершенную структуру. Степень износа основных фондов автомобильного транспорта превышает 50% , две трети грузовых автомобилей крупных и средних предприятий и треть автобусов эксплуатируются более 10 лет. Неудовлетворительным является состояние и уровень развития дорожной сети, 44,4 % автомобильных дорог местного значения не отвечают нормативным требованиям; сложился значительный дефицит дорог, соединяющих районные центры и межрегиональные перевозки, а также объездных дорог; улично-дорожная сеть г. Омска требует крупных затрат для проведения работ по реконструкции, капитальным и текущим ремонтам; большая часть мостов не соответствуют возрастающим нагрузкам автотранспорта, низким остается уровень оснащения современной строительной и эксплуатационной техникой организаций дорожного хозяйства, износ от 30 до 75% дорожно-строительной техники составляет 100 %. Неудовлетворительное состояние автомобильно-дорожного комплекса приводит к значительным потерям времени пребывания в пути, высокому уровню аварийности на автомобильном транспорте и загрязнению окружающей среды.

При этом в последние годы наблюдается рост количества дорожно-транспортных происшествий и число пострадавших лиц. За 2000-2011 гг. число погибших в них увеличилось с 239 до 277 человек или на 4,4 %, примерно две трети пострадало на автомобильных дорогах и улицах по вине водителей индивидуальных транспортных средств. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта составляет примерно половину от всех выбросов и в 2011 г. по сравнению с 2010 г. увеличились с 197,0 до 213,7 тыс. тонн или на 8,5 %. Сократилось количество транспортных средств, осуществляющих социально-значимые пассажирские перевозки на территории области. Действующих в г. Омске аэропорт не имеет перспектив развития из-за его расположения в городской черте и ограниченных возможностей по приему и обслуживанию воздушных судов. В связи с увеличением автотранспортного парка в регионе и неудовлетворительным состоянием автодорог возникла избыточная грузо- и пассажиронапряженность дорожной сети. Расширение рынка транспортных услуг и многократное увеличение количества автоперевозчиков различных форм собственности привели к обострению проблемы государственного регулирования перевозок, проведения единой экономической и технической политики на автомобильном транспорте.

В соответствии с долгосрочной целевой Программой Омской области «Модернизация и развитие автомобильных дорог Омской области (2010-2025 годы)», Правительство Омской области определило приоритетные направления развития дорожного хозяйства на будущее: строительство 109,95 км автомобильных дорог, реконструкция 352,1 км автомобильных дорог; увеличение протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием с 68,9 до 73,4 % от общей протяженности автомобильных дорог; снижение к 2015 году доли автомобильных дорог с твердым покрытием, не отвечающих нормативным требованиям, с 77,6 до 71,0 %, к 2025 году до 60 %, приведение транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог к нормативному уровню до 40 % от их общей протяженности; обеспечение 150 населенных пунктов круглогодичной связью по автомобильным дорогам с твердым покрытием.

В результате либерализации на автотранспорте в наибольшей степени по сравнению с другими видами транспорта сформировалась конкурентная среда, обуславливающая необходимость использования новых

подходов в управлении автотранспортными предприятиями [1]. Вместе с тем в результате несовершенства методов налогообложения и регулирования деятельности автоперевозчиков большая их часть «ушла» в теневой рынок. Необходимо с учетом зарубежного опыта создать такие механизмы экономического регулирования, которые с помощью различных инструментов-налогов, сборов, платежей, лицензирования и др. – не позволяли проникать на рынок неквалифицированных перевозчиков и стимулировали формирование конкурентоспособных автотранспортных компаний.

Весьма актуальные являются вопросы активного использования передовых технологий в строительстве автомобильных дорог и снижения больших затрат на их строительство и эксплуатацию. Росту стоимости способствует использование устаревших нормативов; в эту стоимость входят также и расходы на выкуп земли, выплату компенсаций, перекладка коммуникаций и т.д. Необходимо пересмотр нормативно-правовой базы на всех этапах сооружения дороги, совершенствование методики определения стоимости строительства и механизмов контроля за качеством выполнения работ по строительству и ремонту.

Реализация стратегических приоритетов социально-экономического развития Омской области предполагает повышение качества жизни населения и формирование устойчивого демографического роста за счет придания экономике области инновационного качества и конкурентоспособности, инвестиционной привлекательности и финансовой самодостаточности. Развитие конкурентных преимуществ региона требует задействования именно совокупности всех потенциальных точек ее роста, которыми в комплексе не обладает ни один из других регионов на востоке страны. Принимая во внимание необходимость учета взаимосвязанности и взаимодополнительности всех потенциальных источников инновационного развития Омской области требуется модернизацию автомобильно-дорожного комплексов проводить по следующим направлениям, осуществление которых способна генерировать мощный импульс социально-экономическому развитию, существенному росту инвестиционной, деловой и социальной привлекательности на региона.

В целях достижения стратегически значимых результатов важно реализовать проекты и программы, направленные на решение следующих задач:

1. Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог и мостов

- разработка и внедрение высокоэффективных технологий, позволяющих использовать материалы и отходы промышленности для снижения стоимости дорожных конструкций и решения вопросов экологии;

- внедрение результатов исследований и разработок по повышению качества битумов и асфальтобетонов, выпускаемых в Омске;

- внедрение инновационных технологий армирования асфальтобетонных покрытий геосинтетическими материалами;

- разработка конструктивно-технологических решений при сооружении дорожного полотна для разных грунтово-геологических условий Омской области, подготовка альбома типовых конструкций дорожных одежд различных категорий дорог с разным составом транспортных потоков и грунтово-гидрологическими условиями;

- использование инновационных технологий при строительстве, ремонте и эксплуатации мостовых сооружений, линий метрополитена; Красногорского гидроузла, аэропорта Федоровка;

- проведение полной диагностики состояния существующей сети автомобильных дорог, мостов, путепроводов и подземных переходов;

- разработка региональной нормативно-методической базы по вопросам проектирования, строительства, ремонта и содержания улиц и дорог, отвечающих современным требованиям.

2. Совершенствование организации дорожного движения и транспортных средств

2.1. В области организации и безопасности дорожного движения:

- разработка комплексной транспортной схемы г. Омска основанной на паспортизации улично-дорожной сети по геометрическим, конструктивным, экологическим и иным параметрам (с уточнением состава и интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков) и создание математической модели функционирования дорожной сети с графическим интерфейсом для принятия научно-обоснованных решений по развитию улично-дорожной сети и организации дорожного движения;

- выявление мест первоочередного строительства подземных и надземных пешеходных переходов, зон парковки автомобильного транспорта;

- разработка программы первоочередных мер, включающих в себя малозатратные

способы улучшения организации дорожного движения, повышения пропускной способности улиц и дорог, безопасности движения и снижения экологического ущерба от транспорта;

- создание системы мониторинга состояния улично-дорожной сети и изменений транспортного потока с разработкой рекомендаций по первоочередным мероприятиям на основе использования информационных технологий, а также оценки безотказной работы автотранспорта;

- разработка целевых программ и проектов по снижению дорожной аварийности и совершенствованию организации дорожного движения;

- разработка предложений по оптимизации транспортной схемы города Омска, развитию общественного транспорта и созданию бестранспортных зон.

2. 2. В области разработки новых транспортных средств и строительной техники

- создание экологически-чистого двигателя на природном газе за счёт использования генератора синтеза водорода (технология двойного назначения);

- перевод общественного автобусного транспорта г. Омска на природный газ с консультацией генератора синтеза водорода, делающим транспорт экологически чистым;

- разработка нового поколения электронной системы охлаждения двигателя, увеличивающей его эффективность;

- разработка новых видов микротранспорта для обслуживания бестранспортных зон;

- создание высокопроизводительного оборудования землеройных машин, основанного на новом поколении конструкций режущих элементов.

3. Модернизация региональной транспортно-логической инфраструктуры

- разработка оптимального транспортного каркаса Омской области, включая город Омск;

- формирование транспортно-логической инфраструктуры Омской области, обеспечивающей снижение транспортных издержек за счёт развития комплексных узлов взаимодействия видов транспорта;

- развитие автомобильного и железнодорожного сообщения Омск-Павлодар, открывающего возможности развития международного транспортного коридора в Юго-Восточную Азию;

- создание к 300-летию города Омска первой в городе магистрали непрерывного движения, проходящей через метромост в створе ул. Фрунзе;

- эффективное использование преимуществ транспортно-географического и геополитического положения региона на основе развития транспортно-логических центров современного типа и создания в Омске мультимодального транспортного узла, который может успешно вписываться в систему действующих и перспективных международных коридоров и приобретение Омском нового статуса как крупного транспортно-торгового центра не только российского, но и международного значения [5];

- развитие Обь-Иртышского транспортного коридора, включая создание математической модели реки.

- 4. Кадровое и научно-инновационное обеспечение развития автомобильно-дорожного развитие кадровой базы и системы профессионального и непрерывного образования

- развитие научно-инновационной инфраструктуры;

- создание автотранспортного кластера, развитие механизмов инновационно-кооперационных взаимодействий [2];

В результате создания эффективной формы взаимодействия власти, бизнеса и научно-образовательных учреждений активизируются процессы генерирования инноваций, сформируются устойчивые каналы передачи передовых знаний и обмена опытом в рамках единого технологического, организационного и информационного пространства; возникнут благоприятные условия для привлечения, апробации и освоения передовых технологий; в отраслях будут более эффективно распространяться и контролироваться новые стандарты качества за счет повышения уровня конкуренции, активизации работ по продвижению новых технологий на рынок.

### **Заключение**

Необходимой предпосылкой решения широкого круга социальных и экономических задач, которые возникают в прогнозной перспективе и связаны во многом с переходом Омской области на инновационный путь, обеспечивающий динамичное и устойчивое её развитие, является разработка комплекса мер по модернизации автотранспортного комплекса области. Их реализация должна обеспечивать.

Сложный характер факторов, определяющих развитие автомобильно-дорожного

комплекса, и ограниченность ресурсов требуют создания эффективного механизма взаимодействия между представителями различных этапов процесса разработки и применение инноваций, организаций различных смежных отраслей, органов государственной власти и других заинтересованных сторон. Потребности системной модернизации обуславливают необходимость повышения роли научно-экспертного сообщества, связанной с осуществлением прогнозной и аналитической деятельности в сфере обеспечения эффективного развития транспорта, выбором стратегических значимых научных направлений, анализом рыночного потенциала технологий, разработкой и реализацией дорожных карт, выявлением приоритетов технологического развития, а также консультационной и информационной поддержкой федеральных и муниципальных органов исполнительной власти и государственных учреждений.

### Библиографический список

1. Бiryukov В. В. Инновации и формирование конкурентных преимуществ автотранспортного предприятия / В. В. Бiryukov // Вестник СибАДИ.- 2011.- № 4. – С. 64-67.
2. Боуш Г. Д. Бизнес-кластеры: теория и методология выявления структурного устройства / Г. Д. Боуш // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2011. – № 6.
3. Кирничный В. Ю. Приоритеты и механизм модернизации автомобильно-дорожного комплекса / В. Ю. Кирничный // Вестник СибАДИ.- 2011.- №4.- С. 58-61.
4. Омский областной статистический ежегодник: Стат. Сб. В 2 ч. Ч II / Омкстат.- Омск. 2012.
5. Хаирова С. М. Использование концепций логистики и инновационного подхода в управлении при формировании региональной транспортной системы / С. М. Хаирова // Вестник СибАДИ.- 2011.- № 4 (22). – С. 85-88.

### AUTOMOBILE AND ROAD COMPLEX OMSK REGION: CHALLENGES AND FEATURES OF MODERNIZATION

V. V. Biryukov

The characteristic of the condition and the prevailing trends in auto-road complex of the Omsk region, marked problems are identified, the peculiarities and priorities for its modernization.

**Keywords:** auto-road complex, modernization, innovation, the Omsk region.

### Bibliographic list

1. Biryukov V. V. Innovations and formation of competitive advantages of the motor transportation enterprise / V. V. Biryukov // Vestnik SibADI. - 2011. - № 4. - P. 64-67.
  2. Boush G. D. Business Clusters: Theory and The methodology to identify the structural unit / GD Boush // Proceedings of the St. Petersburg University theta Economy and Finance. - 2011. - № 6.
  3. Kirnichny V. Y. Priorities and mechanism of modernization of automobile and highway complex / V. Y. Kirnichny // Vestnik SibADI. - 2011. - № 4. –P. 58-61.
  4. Omsk Regional statistical yearbook: Stat. Sat At 2 pm W II / Omskstat. - Omsk. , 2012.
  5. Hairova S. M. The usage of logistics' idea and innovative approach in management during the formation of regional transport-logistic system / S. M. Hairova // Vestnik SibADI. - 2011. - № 4 (22). - P. 85-88.
- Бiryukov Виталий Васильевич – доктор экономических наук, проф., проректор по научной работе Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направления научных исследований: экономика и управление народным хозяйством, транспортные системы, предпринимательство. Общее количество опубликованных работ: более 200. E-mail: prorektor\_nis@sibadi.org*

УДК 625.7/8:33(571.1)

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕТА ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕОКОМПЛЕКСОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Т. В. Боброва, С. В. Ефименко

**Аннотация.** Материалы статьи отражают методику и результаты оценки эффективности научно-исследовательских работ, направленных на уточнение дислокации границ и территориального распространения дорожно-климатических зон в западно-сибирском регионе.

**Ключевые слова:** Эффективность, природные условия, территория, дорожная зона, дорожная одежда.

### Введение

Недостаточный учет действующими отраслевыми нормативными документами особенностей природно-климатических условий при проектировании автомобильных дорог на экономически осваиваемых территориях России приводит к необходимости значительных затрат на приведение транспортных сооружений в требуемое по условиям движения состояние.

Следует учитывать, что при формировании норм проектирования автомобильных дорог в основном были учтены результаты исследований, выполненных известными специалистами (Бабков В. Ф., Гербурт-Гейбович А. В., Пузаков Н. А., Тулаев А. Я, Преферансова Л. А. и многие другие), представителями отечественных научных школ, на московском и ленинградском узлах автомобильных дорог, начиная с тридцатых годов прошлого столетия. Полученные ими сведения были распространены на другие территории, включая Западную Сибирь, и документально оформлены в виде требований и рекомендаций, к сожалению, далеко не всегда прошедших качественную проверку на вновь осваиваемых территориях России по причине слабо развитой инфраструктуры.

### Основная часть

Изучение особенностей водно-теплого режима грунтов земляного полотна автомобильных дорог западно-сибирского региона и выявленные при этом закономерности, нашедшие отражение в работах [1, 2], позволили установить, что, например, более 60 % территории Кемеровской области по зональным, интразональным и региональным признакам соответствует географической зоне лесов с избыточным увлажнением грунтов, то есть относится ко II дорожно-климатической зоне (ДКЗ), а не к III ДКЗ, как это отражено в СНиП 2.05.02-85 [3] и других действующих нормативных документах. Несоответствия

территориального распространения границ дорожно-климатических зон выявлены в пределах других административных образований, в частности, в Алтайском крае. В его юго-восточной части (район простирается Салаирского кряжа) присутствуют районы избыточного увлажнения, которые следует отнести ко II ДКЗ.

Оценку экономической эффективности исследований, связанных с уточнением дислокации границ дорожно-климатических зон на территории Западной Сибири выполнена по следующей схеме:

1. Назначены характерные для территории исследования конструкции дорожных одежд, включающие конструктивные слои из местных дорожно-строительных материалов. Расчет принятых конструкций для условий II и III дорожно-климатических зон выполнен по ОДН 218.046-01 [4] в программном продукте Radon;

2. Установлена сметная стоимость принятых в исследовании вариантов конструкций дорожных одежд с применением действующих расценок на строительные работы в базисном и текущем уровнях цен;

3. Рассчитана эффективность уточнения границ территориального распространения дорожно-климатических зон с применением программного продукта Effect ([http://rosavtodor.ru/infomation/nauka\\_i\\_tehnika/225.html](http://rosavtodor.ru/infomation/nauka_i_tehnika/225.html)).

При расчёте вариантов дорожных конструкций задействованы следующие исходные данные, характерные для территории Западной Сибири. Местность по условиям увлажнения относится ко 2 типу, грунт земляного полотна - суглинок тяжёлый пылеватый.

Всего было рассчитано 3 варианта дорожных одежд для автомобильной дороги III технической категории с капитальным типом дорожной одежды для II, III и IV дорожно-климатических зон и подзон (II.2, III.1). Конст-



рукции дорожных одежд, характерные для западно-сибирского региона, включали следующие слои: двухслойный асфальтобетон, щебень, гравийно-песчаная смесь. Расчёт вариантов дорожных одежд произведён в программном продукте Radon с учётом поло-

жений [4], требуемый модуль упругости принят равным 200 МПа.

Результаты расчета конструкций по вариантам представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Варианты дорожных одежд, принятых к сравнению

Конструктивные слои	Толщина слоёв, см		
	Вариант 1-II.2.	Вариант 2-III.1	Вариант 3-IV
Мелкозернистый асфальтобетон	5	5	5
Крупнозернистый асфальтобетон	7	7	7
Гравийно-песчаная смесь	30	30	30
Гравийно-песчаная смесь	42	40	36
Всего	84	82	78

Сметная стоимость дорожных одежд по вариантам рассчитана в текущих ценах (1 квартал 2012 г.) и в базисном уровне цен (2001г.) с использованием программы «Гранд-смета» с учетом региональных цен Томской области и в программе АУРС-СибАДИ ресурсным методом в региональных ценах Омской области [5].

Оценка эффективности вариантов проектных решений выполнена с учетом приведенных затрат за период жизненного цикла дорожной конструкции. Расчёт экономического эффекта от уточнения дислокации границ дорожно-климатических зон на территории Западной Сибири выполнен сравнительным методом в соответствии с «Руководством по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса», принятым по Распоряжению Минтранса России от 10.12.2002 №ОС – 1109-Р (ОДМ от 10.12.2002) [6]. Расчеты выполнены по показателям чистого дисконтированного дохода (ЧДД) и индекса доходности (ИД) с использованием следующих формул [6]:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{I(t, t_0) \cdot \Pi_{q=1}^t (1 + E_q)} - \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{I(t, t_0) \cdot \Pi_{q=1}^t (1 + E_q)}; \quad (1)$$

$$\text{ИД} = 1 + \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{I(t, t_0) \cdot \Pi_{q=1}^t (1 + E_q)} \div \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{I(t, t_0) \cdot \Pi_{q=1}^t (1 + E_q)}. \quad (2)$$

где  $R_t, Z_t, K_t$  - соответственно значения результатов, текущих затрат и единовременных затрат в ценах года  $t$ ;  $I(t, t_0)$  – индекс инфляции в году  $t$  по сравнению с годом  $t_0$ ;  $E_q$  – норма дисконта в момент времени  $q$ ;  $T, t$  – соответственно горизонт расчета и шаг дисконтирования, годы.

Показатели эксплуатационной надежности транспортного сооружения в существенной мере обусловлены соответствующим качеством его проектирования. Учет изменчивости геоконструкций в регионах и проектирование на этой основе дорожных одежд нежесткого типа с более высоким уровнем надежности позволит в процессе эксплуатации автомобильных дорог обеспечить нормативные межремонтные сроки, соответствующие реальному территориальному распространению дорожно-климатической зон, в пределах уточненной дислокации границ. Если применить в этих условиях конструкции с более низким уровнем надежности, то возрастает вероятность сокращения межремонтных сроков для эксплуатируемых дорожных одежд.

Межремонтные сроки приняты в соответствии с Приложением N 3 к приказу Минтранса РФ от 1 ноября 2007 г. N 157 [7].

Всего для оценки эффективности выполнено два сравнительных расчета в текущем и базисном уровне цен каждый.

Первый расчет: В качестве исходного варианта применительно к схеме, приведенной в СНиП 2.05.02-85\* (без проекта) принимается конструкция дорожной одежды, рассчитанная для III ДКЗ Томской области (Вариант 2, табл.1.). Срок службы до капитального ремонта составляет 12 лет с коэффициентом надежности 0,90.

Согласно выполненным в районе проектирования исследованиям толщина морозозащитного слоя из гравийно-песчаной смеси толщиной 40 см при общей толщине 2-го варианта конструкции 82 см не обеспечит в данном районе нормативные межремонтные сроки (4года). Потребуется выполнение ремонтов через три года в жизненном цикле конструкции продолжительностью 12 лет. По данным регионального районирования расчет

конструкции дорожной одежды необходимо выполнить применительно ко II ДКЗ, что обеспечит срок службы 12 лет с коэффициентом надежности 0,92 и нормативные межремонтные сроки через 4 года. Толщина слоя из гравийно-песчаной смеси составит в этом варианте расчета 42 см, а общая толщина дорожной одежды 84 см. Вариант расчета дорожной одежды №1 (с учетом результатов проекта) принят для сравнения с конструкцией №2.

Второй расчет. Сравнение конструкций дорожной одежды для IV ДКЗ (без проекта) и III ДКЗ (с проектом) применительно к территориальным условиям и в региональных ценах Омской области.

Для выполнения расчетов в программе Effect подготовлены следующие исходные данные по группам:

1 группа - «Исходные данные»:

- длительность интервала планирования – шаг расчета в пределах одного расчетного периода, который определяется необходимой степенью детализации расчетов, установлен равным 1 году (365 дней);

- срок жизни проекта (число шагов) – общая продолжительность срока службы дорожной одежды принята 15 лет (по максимальному сроку службы сравниваемых вариантов);
- начало проекта – момент приведения, принимается момент начала нулевого шага, что соответствует началу финансирования работ;

- единица измерения расчета – тыс. руб.

2 группа - «Макроэкономическое окружение»:

- величина безрисковой нормы дисконта принята в размере 1,0825 (ставка рефинансирования ЦБ РФ 8,25 % на 2012 – 2013гг.);

- степень риска – поправка на риск проекта для вложения денежных средств при интенсификации производства на базе освоения техники составляет 3 %.

3 группа - «Бюджетные инвестиции» и «Кредиты»:

- показатели, характеризующие объемы и графики привлечения финансовых ресурсов по их видам, определены на основе показателей сметной стоимости на 1 км дорожных одежд по вариантам;

- в данном примере принимается, что финансирование научных исследований осуществляется из средств бюджета в течение 1 года в размере 20 тыс. руб. на 1 км в ценах 2012г. (4 тыс.руб. на 1 км в базисных ценах 2001г.);

- в приведенных расчетах кредиты не используются. Финансирование бюджетных средств во внедрение результатов регионального районирования, то есть в строительство дорожной одежды, обеспечивающей соответствие нормативным межремонтным срокам, осуществляется сразу же после завершения исследований, то есть во второй год существования проекта в соответствии со сметной стоимостью работ по вариантам дорожных конструкций.

4 группа - «Текущие затраты» (ситуация с проектом) включены затраты на ремонт и содержание:

- затраты на ремонт принимаются в соответствии со сметным расчетом на 1 км ремонта покрытия в сумме 3 325 тыс. руб. в ценах 2012г. (499 тыс. руб. в базисных ценах 2001г.) через 4 года эксплуатации;

- затраты на содержание не учтены, так как они равны и для проектных, и для базовых условий.

5 группа - «Текущие затраты» (ситуация без проекта):

- в первом расчете затраты по варианту 3 конструкции дорожной одежды;

- во втором расчете затраты на строительство по варианту 4 конструкции дорожной одежды;

- в этом разделе учтены также затраты на ремонты (без проекта) через каждые три года эксплуатации участка дороги протяженностью 1км;

- затраты на содержание не учитываются, так как они равны для проектных и базовых условий и, следовательно, на результаты расчетов не влияют.

6 группа - Показатели внетранспортного эффекта (Прирост (доход)):

- в приведенных расчетах эта информация отсутствует, так как она совпадает по вариантам и на результаты расчетов не влияет.

Итоги расчетов эффективности назначения дорожных конструкций с учетом регионального районирования и изменчивости геокомплексов приведены в таблице 2. Экономический эффект от уточнения дислокации границ и территориально распространения дорожно-климатических зон в западно-сибирском регионе в базисном уровне цен 2000г. составляет 107 397 руб. (при уточнении дислокации границы II – III дорожно-климатических зон) и 28 905 руб. (при уточнении дислокации границы III – IV дорожно-климатических зон) на 1 км автомобильной дороги.

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Таблица 2 - Эффективность выбора варианта дорожной одежды (ДО) на основе регионального районирования на территории исследования

№ варианта конструкции	Суммарная толщина слоев, см	ДКЗ	Коэффициент надежности ДО	Срок службы ДО, лет (до капитального ремонта)	Межремонтный срок, лет В числителе - норматив; В знаменателе - прогноз	Сметная стоимость строительства ДО, руб	Сметная стоимость капитального ремонта, руб.	ЧДД, тыс.р.	Индекс доходности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
сравнение 1 и 2 вариантов конструкций дорожных одежд (выполнено для территории Томской области)									
1	84	II	0,92	12	4/ 4	<u>24310188</u> 3836279	<u>3324879</u> 498764	<u>755.</u> <u>727</u> 107, 397	<u>1,038</u> 1,034
2	82	III	0,9	12	4/ 3	<u>23801310</u> 3757261	<u>3324879</u> 498764		
сравнение 2 и 3 вариантов конструкций дорожных одежд (выполнено для территории Омской области)									
2	82	III	0,9	12	4/ 4	<u>21164768</u> 3907651	<u>3211208</u> 434718	<u>557.</u> <u>266</u> 28,9 05	<u>1,033</u> 1,009
3	76	IV	0,85	12	4/ 3	<u>20517363</u> 3760180	<u>3211308</u> 434718		

Примечания: 1. Коэффициенты надежности ДО, межремонтные сроки проведения работ по капитальному ремонту нежестких дорожных одежд автомобильных дорог определены в соответствии с приказом Минтранса России от 1.11.2007г. №157 (приложение 3). 2. В графах таблицы 7-10 показатели над чертой в ценах 2012г., под чертой – в базисном уровне цен (2001г)

### Заключение

Таким образом, выполнено обоснование экономической эффективности конструкций дорожных одежд, запроектированных с учетом региональных природно-климатических условий территории Западной Сибири. Границы дорожно-климатических зон (ДКЗ) уточнены на основе ранее проведенных исследований особенностей изменчивости геокомплексов.

Учет изменчивости геокомплексов в регионах и проектирование на этой основе морозоустойчивых конструкций с более высоким уровнем надежности позволит в процессе эксплуатации дорог обеспечить нормативные межремонтные сроки, соответствующие реальной дорожно-климатической зоне на территории. При сравнении вариантов все рекомендуемые конструкции имеют индекс доходности выше 1.

### Библиографический список

- Ефименко В. Н. Учет региональных природно-климатических условий при уточнении норм проектирования автомобильных дорог / В. Н. Ефименко, С. В. Ефименко, М. В. Бадина // Наука и техника в дорожной отрасли- 2012-№1-С.14,17.
- Ефименко В. Н. Технология учета региональных природно-климатических условий при

проектировании транспортных сооружений(на примере территории Западной Сибири) / В. Н. Ефименко, С. В. Ефименко, М. В. Бадина, А. В. Григорьев // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета,-2011.-№4.-С.221-227.

3. СНиП 2.05.02 – 85\*. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 2004 – 56с.

4. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации.-2001.-145с.

5. Методика определения стоимости строительной продукции на территории РФ (МДС 81-35.2004), / Госстрой России / Москва, 2004. - 72 с.

6. Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса: отраслевой дор. метод, док.: утв. Распоряжением Минтранса России 10.12.2002 № ОС 1109-р.

7. Приказ Минтранса РФ от 01.11.2007г. №157 «О реализации постановления Правительства Российской Федерации от 23 августа 2007 г. N 539 «О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения и правилах их расчета».

**APPRAISAL OF COST-EFFECTIVENESS DYNAMIC ASSESSMENT OF GEOCOMPLEXES IN THE PAVEMENT DESIGN OF HIGHWAY**

T. V. Bobrova, S. V. Efimenko

Materials articles reflect the methodology and the results of evaluation research aimed at clarifying the dislocation boundaries and territorial distribution of road-climatic zones in the West Siberian region.

**Key words:** efficiency, natural conditions, the area, the traffic area, pavement

**Bibliographic list**

1. Efimenko V. N. The account of regional climatic conditions in the clarification of design standards of roads / V. N. Efimenko, S. V. Efimenko, M.V. Badina // *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*, 2012-№1-P.14,17.
2. Efimenko V. N. Technology into account regional climatic conditions in the design of transport facilities (in Western Siberia) / V. N. Efimenko, S. V. Efimenko, M. V. Badina, A. V. Grigoriev // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, -2011. -№4.-p.221-227.
3. SNiP 2.05.02 – 85\*. Highways. Gosstroj SSSR. – M: CИTP Gosstroja SSSR, 2004 – 56p.
4. Design of non-rigid pavements. ODN 218.046-01. Gosudarstvennaja sluzhba dorozhnogo hozjajstva Ministerstva transporta Rossijskoj Federacii.-2001.-145p.
5. Methods of determining the cost of construction products in the territory of the Russian Federation (MDS 81-35.2004), / Gosstroj Rossii / Moskva, 2004. - 72 p.

6. Guidance for the assessment of economic efficiency in the road sector innovation and scientific and technological progress: otraslevoj dor. metod, dok.: utv. Rasporzazheniem Mintransa Rossii 10.12.2002 № OS 1109-r.

7. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation of 01.11.2007. Number 157, "On the implementation of the decision of the Government of the Russian Federation dated August 23, 2007 N 539" On Standards cash costs for the maintenance and repair of federal highways and the rules for calculating them. "

*Боброва Татьяна Викторовна – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Экономика и управление дорожным хозяйством» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научной деятельности – Разработка и совершенствование методов и моделей организации строительства и эксплуатации дорог. Имеет 137 опубликованных работ. e-mail: bobrova.tv@gmail.com*

*Ефименко Сергей Владимирович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги», Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ). Основное направление научной деятельности - Учет изменчивости геоконструкций в регионах и проектирование на этой основе морозоустойчивых конструкций с более высоким уровнем надежности. Имеет 65 опубликованных работ. E-mail: svefimenko\_80@mail.ru*

УДК 334.7+332.01

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КЛАСТЕРОВ В АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Г. Д. Боуш

**Аннотация.** Представлены результаты применения в проектировании кластеров в автотранспортной отрасли таких когнитивных технологий как категориальные методы «Конечный информационный поток», «Порядок следования целей», сим-вольный метод «Пентаграмма», модель компенсационного гомеостата.

**Ключевые слова:** автотранспортный кластер, проектирование кластера, когнитивные технологии.

**Введение**

В условиях модернизации российской экономики существенно возрастает роль автомобильно-дорожного комплекса как важнейшего фактора социально-экономического развития, обеспечивающего трансформацию экономического пространства страны, совершенствования межрегиональных и международных транспортно-экономических связей, рациона-

лизацию размещения производственных сил; повышение эффективности использования природных ресурсов и социально-экономического потенциала регионов, развитие предпринимательства. Вместе с тем в настоящее время российские автотранспортные предприятия в настоящее время сталкиваются с весьма серьезными проблемами, обусловленными усилением конкуренции, кардиналь-

ным изменением ее природы и границ под влиянием многих факторов – дерегулирования экономики, глобализации бизнеса, непрерывности технологий, развития информационных систем, повышение требовательности потребителей к соотношению цена-качество и др. В данных условиях возникает настоятельная потребность применения новых форм и методов в предпринимательской деятельности, обеспечивающих успешную адаптацию к меняющейся внутренней и внешней бизнес - среде [1, 9].

Задачи коренной модернизации и инновационного развития автотранспортного комплекса, по нашему мнению, не могут быть решены без привлечения нетрадиционного инструментария для анализа ситуации и проектирования будущих структур. Интеллектуальные системы и когнитивные технологии позволяют, с одной стороны, осмыслить фундаментальные проблемы, препятствующие росту и развитию автотранспортной отрасли, с другой стороны, конструировать будущую конфигурацию составляющих её структур, ориентируясь на желаемые качественные параметры, обеспечивающие данной отрасли динамичное прогрессивное развитие и структурную трансформацию с последующим обретением высокой конкурентоспособности национального и международного уровня.

Для автотранспортной отрасли одним из перспективных направлений развития является кластеризация. В представленном читателю материале изложены результаты применения когнитивных технологий в проектировании кластерных структур в автотранспортной отрасли.

**1. Проектирование перспективного компонентного состава автотранспортного кластера; когнитивная технология – категориальный метод «Конечный информационный поток» (КИП).**

Категориальный метод КИП разработан профессором В. И. Разумовым [10]. Метод позволяет представить автотранспортный кластер как постоянно усложняющийся в процессе познания объект, отражая повышение его системной сложности в процессе стихийного эволюционирования.

«Конечный информационный поток» как метод исследования и проектирования объектов представляет собой специально организованный его информационный образ, характеризующий его в совокупности с самим процессом познания. Основной единицей представления информации в КИП является информационный критерий (ИК), фиксирующий любую новую познавательную информацию об объекте. Одним из параметров метода КИП, содержащих информацию об объекте, является ЛУ – логический уровень. Перечень ЛУ имеет определённую последовательность, отражающую появление каждого принципиально нового [системного] качества в объекте, отражаемого соответствующим ИК.

В рамках комплекса ЛУ метода КИП возможно проектирование перечня компонентов автотранспортного кластера, начиная от более простого, возникающего на первом этапе его зарождения, к всё более сложным, возникающим поочерёдно в процессе стихийного или управляемого эволюционирования кластера (рис. 1.).

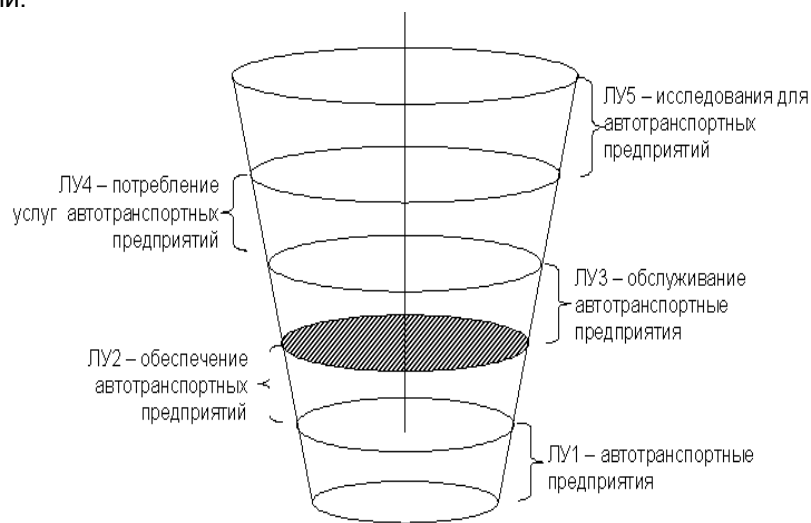


Рис. 1. Модель автотранспортного кластера в категориальном методе «Конечный информационный поток»

Мы полагаем целесообразным выделить в проектируемом автотранспортном кластере следующие ЛУ, отображающие соответствующие кластерные компоненты [2, 3, 5, 6]:

*ЛУ1–производство* – группа предприятий-производителей, конкурирующих между собой на основе сходных базовых процессов производства, производства сходных продуктов или использования сходных ресурсов. Для автотранспортного кластера это любые автотранспортные организации, осуществляющие пассажирские и грузовые перевозки, а также выполняющие работы специальными транспортными средствами.

*ЛУ2–обеспечение* – группа предприятий-поставщиков ресурсов (сырья, материалов, комплектующих). В проектируемом кластере сюда следует отнести поставщиков автотранспортных средств, топлива, запасных частей, комплектующих и пр., а также поставщиков пассажиров и грузов (в том числе предприятия других подотраслей транспортного комплекса), заказчиков работ и услуг, выполняемых специальными транспортными средствами.

*ЛУ3–обслуживание* – группа предприятий и организаций, обслуживающих основные и дополнительные производственные процессы, осуществляемые поставщиками ресурсов: производителей специализированного оборудования и специализированных услуг. В данную группу могут быть включены организации, осуществляющие техническое обслуживание автотранспортных средств, поставляющих специальное оборудование, оказывающих услуги по разработке программного обеспечения, систем слежения, по выполнению маркетинговых исследований, рекламе и пр.

*ЛУ4–потребление* – группа потребителей производимой продукции. Потребителями услуг автотранспортных предприятий являются физические и юридические лица, включая государственные учреждения.

*ЛУ5–исследование* – группа исследовательских структур, обеспечивающих разработкой новаций все имеющиеся в кластере фирмы. Данная группа включает в себя научные организации, конструкторские бюро, кафедры профильных вузов, осуществляющие исследования и разработки, как для автотранспортных предприятий, так и для представителей других групп автотранспортного кластера.

*ЛУ6–экспорт* – группа специализированных структур, экспортирующих готовую продукцию, полуфабрикаты, услуги, технологии и пр. Для автотранспортного кластера на определённом этапе его развития актуальным будет формирование специализированных экспортных организаций, осуществляющих продвижение основных и дополнительных продуктов (услуг) кластера за пределы региона и страны.

*ЛУ7–обучение* – группа образовательных учреждений. Данная группа состоит из средних и высших учреждений профессионального образования, осуществляющих подготовку специалистов по направлениям, востребованным участниками автотранспортного кластера.

Таким образом, развёрнутый комплекс компонентов проектируемого автотранспортного кластера включает в себя «Производство», «Обеспечение», «Обслуживание», «Потребление», «Исследования», «Экспорт», «Обучение».

## **2. Проектирование компонентообразующих и кластерообразующего ядер; когнитивная технология – модель компенсационного гомеостата**

Модель компенсационного гомеостата основана на положении о том, что две неустойчивые подсистемы, находящиеся в противоречии друг с другом, обеспечивают системе (компоненту кластера, кластеру) устойчивое состояние [10].

В каждом из проектируемых компонентов автотранспортного кластера требуется сформировать ядро, которое будет задавать направление развития компонента, а затем – ядро самого кластера, которое, соответственно, будет задавать направление развития самого кластера [2]. В каждом из случаев требуется выделить пару структурных единиц (элементов для кластерного компонента, компонентов – для кластера), которые будут выполнять роль компоненто- и кластерообразования. Между выделенными элементами компонентообразующих и кластерообразующего ядер требуется инициировать противоречия гомеостатического типа [4, 8], в рамках которых данные структурные единицы будут конкурировать за определённый ресурс, перераспределяющийся между ними циклическим образом (рис. 2.).

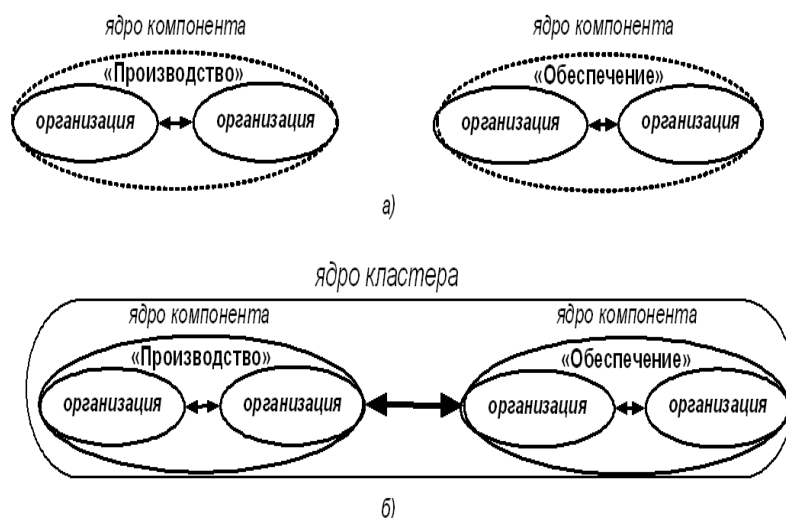


Рис. 2. Формирование компонентообразующих (а) и кластерообразующего (б) ядер автотранспортного кластера по гомеостатическому типу на примере компонентов «Производство» и «Обеспечение»

Прочие структурные единицы будут поддерживать и развивать [внутрикомпонентную, внутрикластерную] конкурентную среду.

Модель структуры проектируемого автотранспортного кластера может быть представлена следующим образом (рис. 3).

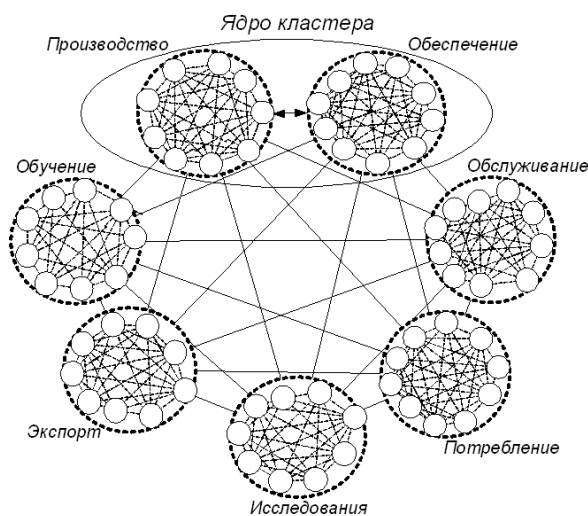


Рис. 3. Компонентная структура автотранспортного кластера с кластерообразующим ядром из компонентов «Производство» и «Обеспечение»

При этом состав кластерообразующего ядра автотранспортного кластера в процессе развития будет изменять свой состав.

### 3. Проектирование развития организационной структуры автотранспортного кластера; когнитивная технология – символичный метод «Пентаграмма»

Символьный метод «Пентаграмма» является циклической конструкцией, неким завершённым процессом [10]. Пентаграмма по-

зволяет выделить и интерпретировать разные типы отношений между компонентами автотранспортного кластера в зависимости от их расположения в ней относительно друг друга [2]. Для применения данного метода требуется сократить число компонентов проектируемого автотранспортного кластера до пяти. Полагаем возможным для этих целей объединить две пары компонентов (рис. 4).

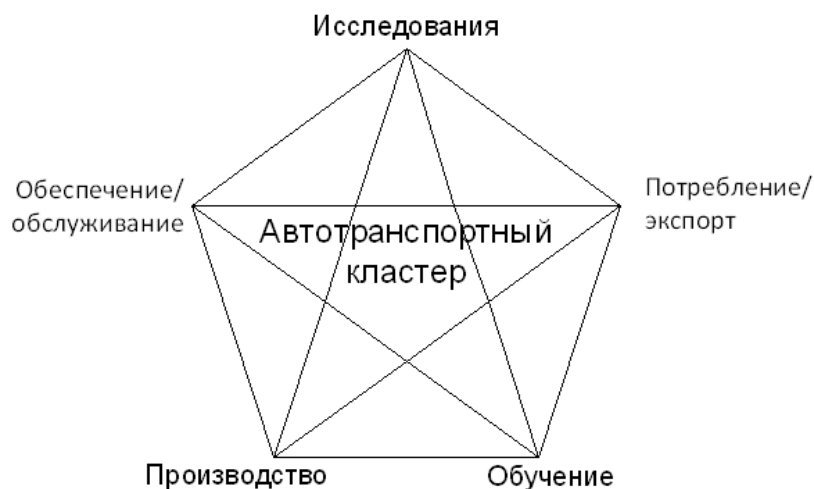


Рис. 4. Модель автотранспортного кластера в символьном методе «Пентаграмма»

Методом «Пентаграмма» успешно улавливаются отношения взаимных поддержки и контроля (ограничения) между её элементами.

Отношения поддержки (так называемые отношения «мать-дитя») отражены внешним пятиугольником (рис. 5).

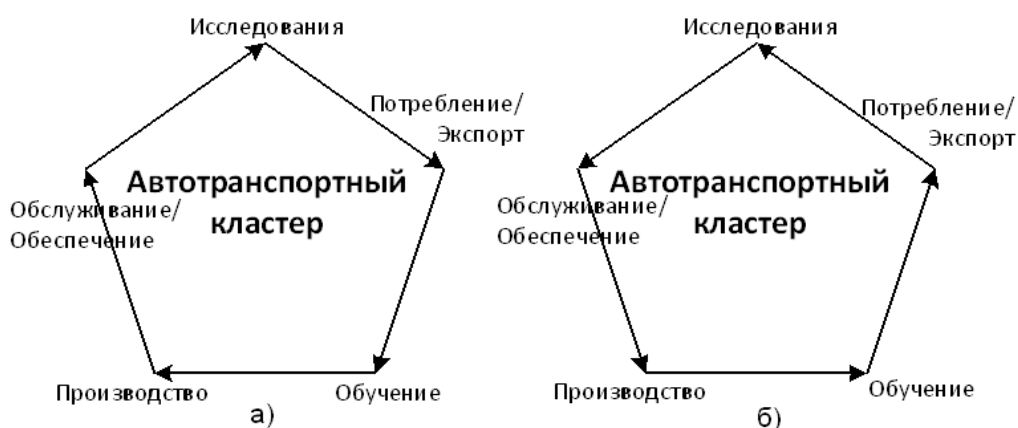


Рис. 5. Отношения взаимной межкомпонентной поддержки в автотранспортном кластере

Каждый из компонентов проектируемого автотранспортного кластера, располагая каким-либо продуктом, выступающим ресурсом для последующего компонента, осуществляет его прямую поддержку (по часовой стрелке) (рис. 5а). Однако в случае дефицита ресурса он будет осуществлять обратную поддержку (против часовой стрелки) данного ком-

понента (рис. 5б). Последний вариант интерпретируется как патологическая связь поддержки между компонентами кластера, в отличие от нормальной связи первого варианта.

Отношения контроля (ограничения) (так называемые отношения «дед-внук») отражаются звездой (рис. 6.).



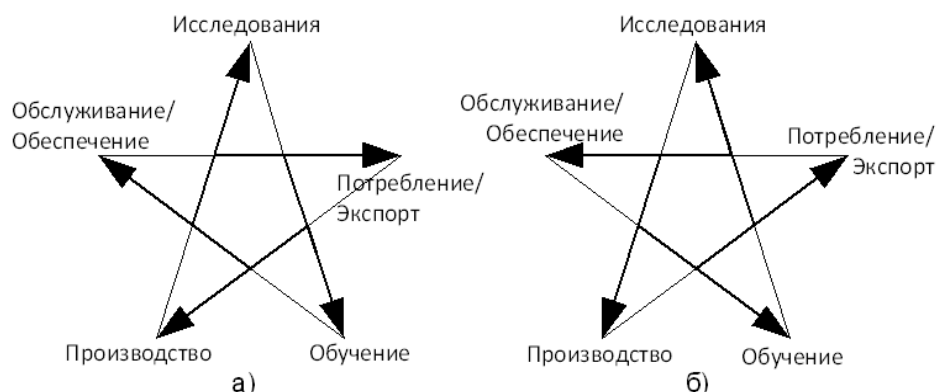


Рис. 6. Отношения взаимного межкомпонентного контроля в автотранспортном кластере

В данном случае речь идёт об ограничениях, жизненно необходимых для существования кластера, обеспечивающих его гомеостаз. Данные отношения также могут быть как нормальными (по часовой стрелке) (рис. 6а), так и патологическими (против часовой стрелки) (рис. 6б).

Развитие данных типов отношений будет способствовать совершенствованию организационной структуры автотранспортного кластера и механизма его функционирования.

4. Проектирование эволюционной траектории автотранспортного кластера; когнитивная технология – категориальный метод «Порядок следования целей» (ПСЦ).

Метод ПСЦ представляет объект как со-

вокупность трёх составляющих: 1) Объект-Качество (ОК) – объект как целое; 2) Подкачество (Лк) – составные части объекта; в) Интегративное Качество (ИК) – принцип объединения частей в целое [10]. Каждой из этих составляющих в автотранспортном кластере соответствует определённый комплекс целей (Цель, Подцель, Сверхцель), все уровни которого находятся в противоречии друг с другом. Таким образом, система целей в автотранспортном кластере имеет сложную иерархизированную архитектуру (таблица 1).

Таблица 1 – Система целей автотранспортного кластера

Наименование уровня кластера как системного объекта	Содержание целей
Объект-Качество	<ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие имеющихся качеств;</li> <li>– совершенствование организации кластерного организма;</li> <li>– развитие внутрикластерной ресурсной базы;</li> <li>– повышение адаптационных возможностей к воздействиям внешней среды;</li> <li>– накопление потенциала к возникновению новых эмерджентных свойств;</li> <li>– подготовка перехода к более высокому уровню системной и организационной сложности;</li> </ul>
ПодКачество	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использования имеющихся качеств;</li> <li>– увеличение производительности имеющихся ресурсов;</li> <li>– совершенствование внутрикомпонентной ресурсной базы;</li> <li>– повышение эффективности хозяйственной деятельности;</li> <li>– рост конкурентоспособности в рыночной среде;</li> </ul>
Интегративное Качество	<ul style="list-style-type: none"> <li>– совершенствование принципа объединения предприятий в кластер;</li> <li>– формирование новых качеств (эмерджентных свойств);</li> <li>– подготовка к переходу в новую, более сложную среду.</li> </ul>

Иерархия целей предопределяет противоречия между ними и в зависимости от того, каков результат разрешения каждого из них,

кластер реализует одну из ветвей развития – прогресс, регресс, изогресс (рис. 7.).

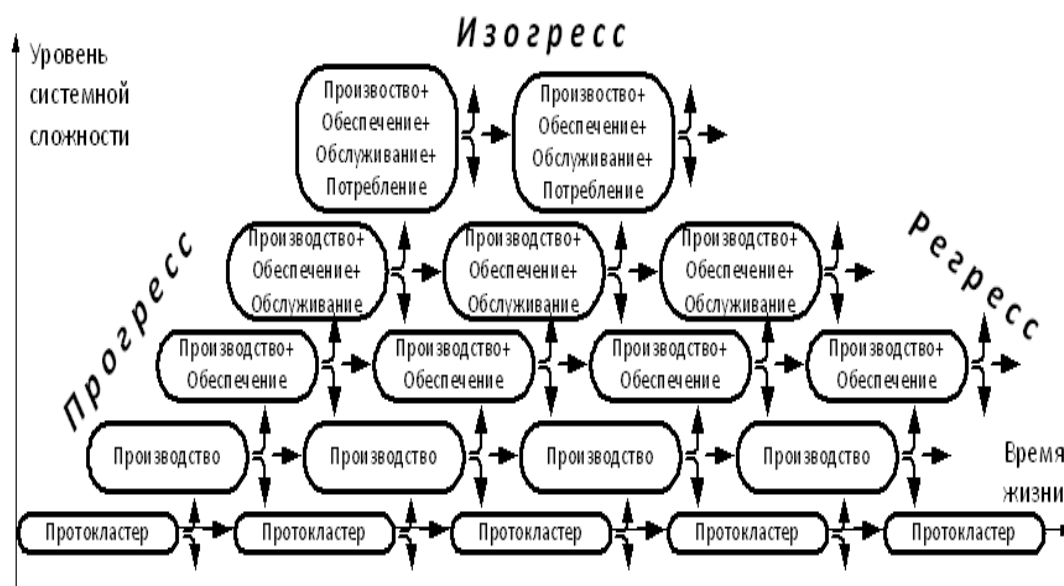


Рис. 7. Модель развития автотранспортного кластера

На графической плоскости две оси соответствуют трём возможным направлениям развития проектируемого автомобильного кластера. Вертикальная ось отражает уровень его системной сложности, движение вверх показывает прогресс, движение вниз – регресс. Горизонтальная ось соответствует времени жизни кластера и характеризует изогресс. За каждым актом прогресса или изогресса следует определённый период изогрессивного развития [7, 10].

Таким образом, эволюция проектируемого автотранспортного кластера может иметь весьма сложную траекторию.

#### Заключение

Проектирование автотранспортных кластеров, как видно, может быть успешно осуществлено на платформе когнитивных технологий. Такие познавательные инструменты как категориальные методы «Конечный информационный поток» и «Порядок следования целей», модель компенсационного гомеостата, символичный метод «Пентаграмма» позволили спроектировать состав кластера и компонентообразующих и кластерообразующего ядер, смоделировать межкомпонентные отношения, оказывающие воздействие на развитие организационной структуры кластера и механизма его функционирования, а также возможные эволюционные траектории кластера.

Полагаем, что предлагаемый подход к проектированию автотранспортных кластеров является весьма продуктивным. Надеемся, что он найдёт применение в практической деятельности в области кластеризации автотранспортной отрасли.

#### Библиографический список

1. Бирюков В. В. Инновации и формирование конкурентных преимуществ автотранспортного предприятия / В. В. Бирюков // Вестник Сибирского Автомобильно-дорожного института. – 2011. – № 4. – С. 64-67.
2. Боуш Г. Д. Бизнес-кластеры: категориально-системное представление: монография / Г. Д. Боуш. – Омск: Изд-во ОмГУ, 2011. – 244 с.
3. Боуш Г. Д. Бизнес-кластеры: теория и методология выявления структурного устройства / Г. Д. Боуш // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2011. – № 6. – С. 28-35.
4. Боуш Г. Д. Гомеостатическое моделирование управления функционированием и развитием региональных экспортноориентированных кластеров / Г. Д. Боуш // Вестник Омского университета. Сер. Экономика. – 2011. – № 3. – С. 66-73.
5. Боуш Г. Д. Идентификация и описание кластеров предприятий с применением категориальной модели «Конечный информационный поток» / Г. Д. Боуш // Вестник Томского государственного университета. Сер. Экономика. – 2010. – № 8. – С. 129-134.
6. Боуш Г. Д. Компонентно-элементный состав бизнес-кластеров: системное представление / Г. Д. Боуш // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер. Социально-гуманитарные науки. – 2010. – № 4. – С. 62-73.
7. Боуш Г. Д. Эволюционные аспекты кластеров предприятий / Г. Д. Боуш // Проблемы современной экономики. – 2010. – № 1. – С. 160-166.
8. Боуш Г. Д. Новый подход к управлению развитием инновационных кластеров с учётом внутрисистемных противоречий / Г. Д. Боуш, О. А. Верховец, К. И. Грасмик // Инновации. – 2012. – № 1. – С. 33-41.
9. Кирничный В. Ю. Приоритеты и механизм модернизации автомобильно-дорожного комплек-

са / В. Ю. Кирничный // Вестник Сибирского автомобильно-дорожного института. – 2011. – № 4. – С. 58-61.

10. Разумов В. И. Категориально-системная методология в подготовке учёных: учеб. пособие / В. И. Разумов. – Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2004. – 277 с.

#### DESIGNING OF CLUSTERS IN TRUCKING BRANCH USING COGNITIVE TECHNOLOGIES

G. D. Boush

Presented results of application cognitive technologies to designing clusters in the Trucking Branch. Among them categorical methods: «Ending flow of information», «The sequence of goals», symbolic method «Pentagram», a model of compensatory homeostat.

#### Bibliographic list

1. Biryukov V. V. Innovation and the formation of competitive advantages of the transport enterprise / V. V. Biryukov // Bulletin of the Siberian Automobile-Road Institute. – 2011. – № 4. – P. 64-67.

2. Boush G. D. Business-clusters: categorial-system view: monograph / G. D. Boush. – Омск: Publishing Omsk State University, 2011. – 244 p.

3. Boush G. D. Business-clusters: theory and methodology of detecting structural devices / G. D. Boush // Izvestiya Sankt-Petersburg University of Economics and Finance. – 2011. – № 6. – P. 28-35.

4. Boush G. D. Homeostatic modeling of management of export-oriented clusters' functioning and development / G. D. Boush // Herald of Omsk University. Ser. Economy. – 2011. – № 3. – P. 66-73.

5. Boush G. D. Identification and description of

clusters of firms with the use of categorial model «Final information flow» / G. D. Boush // Herald of Tomsk State University. Ser. Economy. – 2010. – № 8. – P. 129-134.

6. Boush G. D. Component-elements' contents of business clusters: systemic representation / G. D. Boush // Herald of Novosibirsk State University. Ser. Social Sciences and Humanities. – 2010. – № 4. – P. 62-73.

7. Boush G. D. Evolutionary aspects of clusters of firms / G. D. Boush // Problems of modern economy. – 2010. – № 1. – P. 160-166.

8. Boush G. D. New management approach to development of innovation clusters on the basis of analysis intersystem contradictions / G. D. Boush, O. A. Verkhovets, K. I. Grasmik // Innovation. – 2012. – № 1. – P. 33-41.

9. Kirnichnyj V. Y. Priorities and mechanism of modernization of the automobile-road complex / V. Y. Kirnichnyj // Bulletin of the Siberian Automobile-Road Institute. – 2011. – № 4. – P. 58-61.

10. Razumov V. I. . Categorical-system methodology in the preparation of scientists: tutorial / V. I. Razumov. – Омск: Publishing Omsk State University, 2004. – 277 p.

*Боуш Галина Дмитриевна – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента Сибирской автомобильно-дорожной академии – СИБАДИ. Основное направление научных исследований – кластеры в экономике, методология экономических исследований. Общее количество публикаций – 123. e-mail: gboush@narod.ru*

УДК 334.7+332.01

## ФАКТОРЫ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КЛАСТЕРА В ОМСКОМ РЕГИОНЕ

В. Ю. Кирничный

**Аннотация.** В статье рассмотрены необходимость и факторные условия создания транспортного кластера в Омском регионе, показаны созданы цели и задачи его создания, а также представлены механизмы формирования и перспективные направления работы регионального транспортного кластера.

**Ключевые слова:** транспортный кластер, инновации, механизмы формирования, инновационная инфраструктура.

### Введение

Осуществление системных модернизационных изменений в нашей стране существенно меняет роль автомобильного транспорта как особого фактора, обеспечивающего успешность процессов социально-экономической трансформации. При этом для решения проблемы формирования устойчи-

вых конкурентных преимуществ автотранспортных предприятий необходимым становится использование новых подходов, учитывающих резкое усиление конкуренции, кардинальные изменения ее природы и границ [1, 3, 5]. В современных условиях сложилась тенденция преобразования деловых связей производителей, поставщиков и потребите-

лей в систему разнообразных альянсов, предпринимательских сетей и транспортно-логистических структур. В связи с этим важным фактором развития конкурентных преимуществ автотранспортных предприятий является формирование региональных транспортных кластеров [2, 5].

Развитие транспортной отрасли Омской области требует создания более совершенного механизма управления, соответствующего целям и задачам, стоящим перед экономикой области. Механизм управления должен объединять, генерировать и поддерживать динамичное развитие всех отраслей экономики области на основе образования транспортного кластера. Потенциал развития транспортного комплекса определяет его роль в экономике Омской области в качестве приоритетного кластера, успешное развитие которого содействует структурной перестройке экономики в соответствии с потребностями области, обеспечивает ее ускоренное развитие за счет применения форм и методов сотрудничества, способствующих получению дополнительных эффектов свойственных кластеру. Для этого деятельность транспортного кластера как локомотива инновационного развития должна опираться на адекватную инновационную и образовательную инфраструктуру. Работа кластера должна быть направлена на решение основных проблем транспортной отрасли и коммерциализацию результатов совместных научных исследований и разработок.

### **Факторные условия, цели и задачи создания транспортного кластера**

Транспортный кластер Омской области – это территориальное межотраслевое объединение организаций, задействованных в транспортном процессе (предприятий транспорта и промышленности, строительных и проектных организаций, поставщиков оборудования и специализированных услуг, инновационных предприятий, научно-исследовательских и образовательных структур, финансово-кредитных организаций), взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом, совместная деятельность которых основана на механизмах инновационного кооперирования и направлена на реализацию наиболее перспективных направлений транспортной отрасли в Омской области.

Положительными факторами, формирующими необходимые предпосылки для развития транспортного кластера Омской области, являются:

- выгодное геополитическое расположение Омской области и транспортная инфраструктура способствуют формированию благоприятных предпосылок для выполнения ее роли опорной территории для интенсивного и избирательного хозяйственного развития находящихся в сложных природноклиматических условиях регионов Сибири и Дальнего Востока, где сосредоточено 60-85 % энергетических и минерально-сырьевых ресурсов страны, а также активного участия в международных связях, на основе развития транспортно-логистических систем и мультимодальных транспортных коридоров;

- достаточно развитые научно-исследовательская и профессионально-образовательная сферы, позволяющие осуществлять подготовку кадров по необходимым специальностям, выполнять исследования и разработки по основным направлениям деятельности транспортного кластера;

- высокий производственный потенциал предприятий оборонно-промышленного комплекса, способных организовать выпуск технологического оборудования для организаций-участников транспортного кластера;

- значительные мощности транспортной отрасли, наличие большого количества предприятий и организаций, формирующих конкурентную среду и способных осуществлять инновационно-инвестиционную деятельность.

Основными факторами, сдерживающими в настоящее время развитие и реализацию конкурентных преимуществ Омской области в транспортной сфере, являются:

- высокий уровень износа основных фондов транспортной отрасли;

- низкая инвестиционная активность предприятий; недостаточный уровень реализации инноваций, незначительное количество предприятий, проявляющих инновационную активность; отсутствие внутреннего спроса на коммерчески перспективные результаты научно-технической деятельности; неразвитость деятельности по созданию собственных инновационных разработок;

- слабость научно-лабораторной базы, а также кооперационных связей между научными, образовательными, инновационными организациями и транспортными предприятиями;

- кадровый дефицит, обусловленный низкой привлекательностью научно-инновационной сферы деятельности, недостатками в системе подготовке специалистов и

непрерывного образования, оттоком перспективных кадров из экономики Омской области в другие регионы и страны связи с невозможностью самореализации на региональном уровне;

- недостаточная эффективность региональной инновационной системы, обеспечивающей трансформацию научных идей в технологии и продукты;

- территориальные диспропорции в развитии транспортных систем и в размещении транспортных организаций.

Факторные условия развития транспортного кластера и потребности системной модернизации транспортной отрасли Омской области обуславливают необходимость **создания** транспортного кластера инновационного типа, который, в отличие от традиционных кластеров, функционирует на основе механизмов инновационной кооперации и осуществляет свою деятельность не только на завершающей стадии инновационного цикла – коммерциализации, но и на его ранних стадиях.

Цель создания инновационного транспортного кластера – установление системного взаимодействия науки и производства, внедрение передовых разработок, повышение безопасности перевозок и эффективности транспортно-логистических процессов, рост инновационной и производственной активности транспортных предприятий, преодоление кадрового дефицита и барьеров в инновационном развитии, коммерциализация результатов научной деятельности и реализация конкурентных преимуществ Омской области:

В рамках реализации поставленной цели основными задачами являются следующие:

1. Формирование условий для эффективного организационного развития транспортного кластера, включая выявление участников кластера, разработка стратегии развития кластера, обеспечивающей устранение «узких мест» и ограничений, подрывающих конкурентоспособность в рамках цепочки производства добавленной стоимости, а также обеспечивающей наращивание конкурентных преимуществ участников кластера.

2. Обеспечение эффективной поддержки проектов, направленных на повышение конкурентоспособности участников транспортного кластера за счет фокусирования и координации мероприятий экономической политики с учетом приоритетов развития кластера.

3. Обеспечение координации деятельности органов исполнительной власти Омской

области и органов местного самоуправления, объединений предпринимателей по реализации кластерной политики.

Результатами создания транспортного кластера является рост эффективности и инновационной активности предприятий, входящих в кластер, а также повышение интенсивности развития малого и среднего предпринимательства, активизация привлечения прямых инвестиций, обеспечение ускоренного социально-экономического развития региона. Создание транспортного кластера инновационного типа позволяет в наибольшей степени развивать и реализовывать конкурентные преимущества транспортной отрасли за счет эффектов инновационной кооперации. Вместе с тем получение данных эффектов невозможно без формирования адекватной инновационной и образовательной инфраструктуры.

### **Механизмы формирования и развития кластера**

Инициаторами формирования кластера выступают руководители предприятий и организаций, работающих в соответствующей сфере экономической деятельности создаваемого транспортного кластера, а также органы исполнительной власти, заинтересованные в развитии кластера. Формирование кластера осуществляется путем подачи заявлений руководителями предприятий и организаций, которые проявили заинтересованность стать участниками кластера и вошли в Координационный совет по созданию и развитию кластера. Координационный совет обеспечивает регулярное взаимодействие между участниками кластера с целью реализации стратегии развития кластера, которая должна обеспечить повышение конкурентоспособности кластера, региона и страны в целом.

Создания транспортного кластера ориентировано на установление системного и функционально более полного регулирования развития транспортного комплекса региона, повышение научно-технического уровня и формирование условий для устойчивого развития транспортного комплекса региона, обеспечение стабильности и преемственности в обновлении транспортных средств и развитии новых форм организации транспортно-логистических процессов, обеспечивающих эффективное функционирование и развитие региона в современных условиях. Деятельность транспортного кластера осуществляется в соответствии с разработанной и утвержденной Программой его развития.

Для организации деятельности транспортного кластера создается уполномоченная организация, которая осуществляет: подготовку материалов для Правительства Омской области по Программе развития регионального транспортного кластера; подготовку предложений по корректировке Программы развития транспортного кластера в ходе ее реализации; организацию взаимодействия отраслевых предприятий и организаций Омской области, входящих в состав транспортного кластера, с органами исполнительной власти Омской области, федеральными органами, ответственными за вопросы реализации Программы развития транспортного кластера, повышения качества работ, услуг и менеджмента; организацию и сопровождение работ по реализации Программы развития регионального транспортного кластера; подготовку предложений по бюджетированию мероприятий Программы развития регионального транспортного кластера на каждый бюджетный год; продвижение проектов в области модернизации транспортно-логистических комплексов, организации транспортных процессов - транспортного строительства на территории Омской области, в других регионах России и в зарубежных странах.

Управление Программой развития регионального транспортного кластера должно обеспечить достижение ожидаемых конечных результатов и запланированной эффективности.

Предполагаемыми перспективными направлениями работы транспортного кластера являются: обеспечение роста благосостояния населения в части удовлетворения спроса населения на услуги транспорта различной степени комфортности; обеспечение безопасности движения и совершенствование организации грузовых и пассажирских перевозок; обеспечение Омской области высококачественными транспортными средствами, удовлетворяющими требованиям современных технологий; обеспечение потребностей области в развитии автомобильно-дорожной сети, ремонте и эксплуатации автомобильных дорог; обеспечение развития транспортного комплекса в части нового строительства, реконструкции и технического перевооружения транспортно-логистических центров, узлов, зданий и сооружений, инженерных сетей; снижение тарифов на транспортные услуги за счет повышения эффективности производст-

венных процессов предприятий транспорта; активизация научных прикладных исследований в сфере транспорта, создание рабочих мест; разработка и внедрение инновационных технологий транспортной отрасли и их интеграция в мировое инновационное пространство; развитие и внедрение современных энерго-ресурсосберегающих технологий в транспортном комплексе; проведение крупномасштабных исследований в рамках реализации проектов, пулов совместно с зарубежными партнерами; коммерциализация потенциала научно-технического и образовательного комплекса региона, функционирующего в области транспорта; создание условий взаимовыгодного сотрудничества с крупными иностранными транспортными фирмами, научными организациями и образовательными учреждениями, работающими в направлении развития инновационной среды; реализация потенциала транспортного комплекса, создания эффективных транспортно-логистических структур и процессов; содействие внедрению прогрессивных технологий развития транспорта – технологических комплексов, обеспечивающих устойчивое, экономически выгодное и безопасное развитие транспортной инфраструктуры; содействие внедрению передовых концепций и технических решений в области автоматизации транспортных процессов предприятий; повышение научно-технического уровня транспортного комплекса региона; кооперация предприятий Омской области с целью снижения себестоимости работ и повышения качества транспортных услуг; освоение новых видов экологичных и энергоресурсоэффективных транспортных проектов и технологий, оборудования и средств малой механизации, автоматизации и транспортно-производственных процессов; внедрение международных стандартов системы менеджмента качества ИСО 9001 в транспортном комплексе; совершенствование системы стандартизации и сертификации продуктов и услуг в транспортной отрасли; использование прогрессивного отечественного и зарубежного опыта, создание эффективных организационных форм, соответствующих сложной структуре и специфике транспортной отрасли.

Важнейшим элементом управления в кластере является проект, который реализуется субъектом управления. Предлагаются следующие кластерные проекты

– Проект развития кластера в целом. В рамках проекта решаются задачи: стратегическое развитие транспортного кластера; анализ отдельных проектов с оценкой индикаторов их реализации и оценка перспективности того или иного проекта; привлечение ресурсов на реализацию проектов; организация системообразующих мероприятий проекта.

– Проект развития научных исследований и интеграция их результатов в транспортно-производственную деятельность. Задачи проекта: формирование научной инфраструктуры и экспериментально-лабораторной базы; разработки программы и научно-методическое, издательское и информационное обеспечение мероприятий по трансферу инноваций.

– Проект развития кадровой базы и создания эффективной системы профессионального и непрерывного образования. Проект решает следующие задачи: анализ структуры потребностей в кадрах и специальностях; внедрение эффективных образовательных технологий, их интеграция с практической деятельностью; подготовка и повышение уровня научно-педагогических кадров; развитие материально-технической базы учебного процесса.

– Проект повышение безопасности движения, совершенствования организации перевозок и транспортно-логистической деятельности организаций на базе современных технологий. Задачами проекта являются: повышение безопасности движения; внедрение прогрессивных транспортно-логистических технологий; прогноз потребностей развития Омского транспортного кластера в опережающем проектирование.

– Проект модернизации транспортно-технологических комплексов. Задачи проекта: анализ перспективных направлений развития отрасли и трансфер технологий; содействие инвестированию в отрасль; совершенствование системы технической эксплуатации и сервиса транспортно-логистических машин и оборудования.

– Проект развития международного транспортного коридора «Транссиб» и Омского транспортно-логистического узла. Задача – координация между проектами, затрагивающими развитие транспортно-логистической инфраструктуры Омской области, а также: строительство аэропорта «Омск-Федоровка»; строительство северного обхода г. Омска; расширение за счет реконструкции автодороги М-51; строительство в Омске логистических центров класса «А»; восстановление

железнодорожной ветки «Иртышское-Павлодар» и др.

– Проект повышения транспортной связности территорий за счет внедрения современных технологий проектирования и строительства дорог, мостов и развязок. Задачи проекта: опережающее проектирование транспортной инфраструктуры Омской области; применение прогрессивных транспортно-планировочных решений; интенсификация освоения территорий г. Омска за счет развития многоуровневых транспортных сооружений; строительство скоростных магистралей непрерывного движения.

– Проект развития транспортной инфраструктуры пригородной зоны города Омска. Задачи проекта: корректировка проекта транспортной схемы пригородной зоны г. Омска; реконструкция въездов в город и формирование хордовых магистралей непрерывного движения.

Ключевым компонентом создания транспортного кластера, способного выступать локомотивом инновационного развития транспортной отрасли и экономики Омской области, является формирование адекватной инновационной инфраструктуры, обеспечивающей эффективную диффузию знания и передовых технологий. Омская область обладает значительным инновационным, научным и кадровым потенциалом. Вместе с тем сформировавшуюся систему научно-технической и инновационной деятельности нельзя признать эффективной. Для преодоления сложившегося технологического отставания транспортной отрасли снижения аварийности и ее успешной моделизации требуется дальнейшее развитие этого потенциала и создание благоприятной деловой среды для обеспечения трансфера инноваций из сферы науки в производство. Для решения ключевых проблем и достижения стратегической цели развития научно-инновационной сферы необходима реализация комплекса организационно-институциональных и финансово-экономических мер, способствующих устранению провалов, дефектов, перекосов и барьеров, сложившихся в сегменте региональной инновационной системы, обеспечивающего модернизацию транспортной отрасли, по следующим направлениям.

Во-первых, наращивание научно-инновационного потенциала транспортной отрасли и создание механизмов масштабной диффузии знаний и технологий в предпринимательские структуры предполагает укрепление научно исследовательской базы и формирование разветвленной сети структур, веду-

щих научно-инновационную деятельность на основе тесных кооперационных связей и партнерства с бизнес-организациями, путем софинансирования проектов развития кафедр, лабораторий и научно-исследовательских структур, коммерциализации достижений в области науки и инноваций, а также диффузии и адаптации уже известных технологий применительно к условиям Омской области.

В качестве системообразующего центра, который может являться катализатором инновационного процесса, успешно генерировать инновации и существенно влиять на масштабы диффузии технологий в автомобильно-дорожной отрасли, способна выступить Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), обладающая значительным научно-исследовательским и кадровым потенциалом. В настоящее время здесь сложились научные школы и научные коллективы продуктивно работающие по широкому комплексу стратегически важных для транспортной отрасли направлений, и на этой основе сформировались ресурсные Научно-инновационные центры в области: автомобили и автомобильное хозяйство, автомобильный сервис; организация и безопасность движения; транспортные-технологические машины и оборудование и их сервис; использование информационных технологий и интеллектуальных систем в транспортном комплексе; транспортно-логистическое обеспечение развития транспортного комплекса, экономика и менеджмент транспортных предприятий и бизнес-систем; строительство, ремонт и эксплуатация автомобильных дорог, аэродромов, уникальных зданий и сооружений.

Во-вторых, для формирования мотивационных механизмов, обеспечивающих успешный выбор и реализацию приоритетов разного масштаба и стадий инновационного цикла с учетом взаимосвязи интересов государства и бизнеса основополагающую роль играет использование проектного подхода, ориентированного на результат. При этом предоставление на конкурсной основе поддержки кластерным проектам должно оказываться вне зависимости от принадлежности участвующих в их реализации предприятий к тому или иному кластеру.

Возможность получения доступа к механизмам поддержки проектов, направленных на повышение конкурентоспособности предприятий - участников кластера и рост эффективности их взаимодействия, должна учитываться при разработке стратегий развития кластера. Механизмы поддержки кластерных проектов должны обеспечивать получение сбалансированных соотношений общественных и коммерческих выгод. Предоставление на конкур-

сной основе грантов (субсидий) для софинансирования по приоритетным направлениям инновационной деятельности предприятий создаст дополнительные стимулы для реализации более крупных комплексных инновационных проектов и расширению взаимодействия компаний с научными и научно-образовательными организациями.

В-третьих, требуется стимулирование инновационной активности предприятий кластера Омской области: кооперации бизнеса и исследовательских структур; развития внутрифирменной науки, обеспечение доступа компаний к уникальному исследовательскому оборудованию, к услугам по испытанию и сертификации принципиально новой продукции; инвестиционного процесса инновационной деятельности предприятий.

Кластерная политика Омской области в транспортной сфере предполагает осуществление финансовой и имущественной поддержки.

Необходимым условием решения стратегических значимых задач, связанных с формированием транспортного кластера инновационного типа, а также с осуществлением модернизационных изменений в транспортной отрасли региона в целом, является создание современной системы профессионального непрерывного образования, способной адекватно реагировать на инновационные изменения в экономике и запросы рынка. В связи с этим важным становится модернизация данной системы, обеспечивающая углубление кооперационных связей всех организаций начального, среднего и высшего профессионального образования. Интеграция их деятельности позволит рационально использовать материально-технические и кадровые ресурсы, успешно решать задачи внедрения эффективных образовательных программ и методов обучения.

Функции интегрирующего и координирующего центра в создании системы профессиональной подготовки специалистов, повышение их квалификации и профессиональной переподготовки кадров, обеспечивающей своевременное и эффективное развитие конкурентных преимуществ бизнес-структур транспортной отрасли, способна выполнять Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), которая обладает необходимым кадровым и учебно-методическим потенциалом, позволяющим успешно генерировать и транслировать инновации в сфере профессионального образования.

Создание инновационной и практико-ориентированной системы профессионального и непрерывного образования предполагает оп-



ределение потребности в специалистах осуществляется на основании мониторинга рынка труда в строительном комплексе, а также в соответствии с потребностями развития транспортного рынка региона. Функции по обеспечению непосредственных связей между работодателями и потенциальными работниками, а также обеспечению характера подготовки, соответствующего практическим потребностям сферы строительства, осуществляются через Информационно-аналитический координационный центр. Информационно-аналитический координационный центр ведет информационную базу кадров, разрабатывает рекомендации по количеству и категориям специалистов для предприятий, занимается вопросами профориентации и трудоустройства.

Развитие международного сотрудничества должно осуществляться с целью интеграции транспортного комплекса региона в международный рынок, заимствование опыта зарубежных стран в области транспорта, а также в сфере подготовки специалистов.

### Заключение

Важнейшим условием формирования благоприятной бизнес-среды в Омском регионе и активизации инвестиционных процессов, а также повышения качества жизни населения и привлекательности территории является формирование транспортного кластера. Необходимость разработки проблем его формирования обусловлена повышением роли транспортной отрасли в социально-экономическом развитии области, углублением международного сотрудничества, потребностью внедрения современных инновационных технологий в деятельности транспортных предприятий, эффективных форм и методов организации работы транспорта. Формирование и развитие транспортного кластера позволит получить стратегически значимые конкурентные преимущества, экономические, технологические, социальные и экологические эффекты.

Создание и развитие транспортного кластера в регионе будет способствовать удовлетворению потребностей социальной и производственной сфер в транспортных услугах требуемого качества на основе использования новейших технологий, обеспечивающих ресурсоэффективность, экологичность и безопасность, конкурентоспособных на внутреннем и мировом рынках. Совокупный синергетический эффект от работы предприятий в кластере заключается в повышении производительности и улучшении качества транспортной системы, усилении конкурентных преимуществ транспортной отрасли и экономики региона в целом,

что положительно сказывается на качестве жизни населения.

### Библиографический список

1. Бирюков В. В. Инновации и формирование конкурентных преимуществ автотранспортного предприятия / В. В. Бирюков // Вестник СибАДИ.- 2011.- №4.-С. 64-67.
2. Боуш Г. Д. Бизнес-кластеры: теория и методология выявления структурного устройства / Г. Д. Боуш // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2011. – № 6.
3. Кирничный В. Ю. Приоритеты и механизм модернизации автомобильно-дорожного комплекса / В. Ю. Кирничный // Вестник СибАДИ.- 2011.- № 4. – С. 58-61.
4. Кирничный В. Ю. Национальная транспортная система: тенденции и факторы развития в современных условиях / В. Ю. Кирничный // Вестник СибАДИ. - 2012.- №2 (24). – С. 102– 106.
5. Хаирова С. М. Использование концепций логистики и инновационного подхода в управлении при формировании региональной транспортной системы / С. М. Хаирова // Вестник СибАДИ.- 2011.- № 4 (22). – С. 85-88.

### FACTORS AND MECHANISMS OF FORMATION OF TRANSPORT CLUSTER IN THE OMSK REGION

Kirnichny Vladimir Y.

The article deals with the need to factor conditions and the creation of transport cluster in the Omsk region, showing up the goals and objectives of its creation, and provides mechanisms for the formation and future direction of the work of the regional transport cluster.

**Keywords:** transport cluster, innovation, mechanisms of formation, innovation infrastructure.

### Bibliographic list

1. Birykov V. V. Innovations and formation of competitive advantages of the motor transportation enterprise / V. V. Biryukov // Vestnik SibADI. - 2011. - № 4. - P.64-67.
2. Boush G. D. Business clusters: theory and methodology for identifying structural unit / G. D. Boush // Proceedings of the St. Petersburg University of Economics and Finance. - 2011. - № 6.
3. Kirnichny V. Y. Priorities and mechanism of modernization of automobile and highway complex / V. Y. Kirnichny // Vestnik SibADI. - 2011. - № 4. - P. 58- 61.
4. Kirnichny V. Y. National transportation system development trends and factors in modern conditions / VY Kirnichny // Vestnik SibADI SibADI. - 2012. - № 2 (24). – P. 102-106.
5. Khairova S. M. The usage of logistics' idea and innovative approach in management during the formation of regional transport-logistic system / S. M. Khairova // Vestnik SibADI SibADI. - 2011. - № 4 (22). – P. 85-88.

Кирничный Владимир Юрьевич - доктор экономических наук, профессор, ректор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии.

Основные направления научных исследований: организация и технология строительства.

УДК 65.0

### ВЛИЯНИЕ МОДЕРНИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

А. Б. Крутик, А. Е. Миллер

**Аннотация.** В статье исследуются теоретические и методические вопросы обеспечения экономической безопасности страны посредством уточнения курса модернизационных процессов.

**Ключевые слова:** экономическая безопасность, модернизационный курс, человеческий потенциал, предпринимательство, система бизнес-образования.

#### Введение

Необходимость определения основных путей решения проблем в области обеспечения экономической безопасности диктуется условиями перехода и вхождения в процесс развития международного сообщества в целом. Безопасность как состояние объекта является неотъемлемым атрибутом общества в любой его исторический период. Разница лишь в том, что при первобытно-общинном строе имели место одни угрозы здоровью и жизни людей, в средние века — другие, в настоящее время — третьи. Изменяются только характер угроз, но само стремление к безопасности, к максимально долгому состоянию и ощущению защищенности остается неизменным, а, начиная с конца 20 века, оно с каждым годом увеличивается многократно.

Эта проблема особенно обостряется в условиях системного кризиса, охватившего отечественную социально-экономическую сферу. Прорывом в проблеме общей безопасности стало учение А. Богданова об условиях и факторах обеспечения равновесности систем, и, прежде всего, социальной, ибо вне этого состояния невозможно существование самой системы. Высшая форма организованности (защищенности) — «триединая организация - вещей, людей и идей». Нарушение равновесности системы может привести к ее негативному или позитивному изменению. Первое означает разрушение, второе — ее развитие. Именно этим определяется степень безопасности состояния социальной системы [4].

Цель исследования заключается в обосновании и разработке научно-практических рекомендаций по модернизации

экономической деятельности в приоритетных для страны направлениях для обеспечения экономической безопасности страны.

К основным научным результатам, вносящим существенный вклад в развитие теории модернизационных процессов, относятся следующие:

- на основе исследования состояния и тенденций развития социально-экономических процессов в их взаимосвязи с экономической безопасностью страны выделены два приоритетных направления модернизации: образование и бизнес;

- в целях реализации модернизационного курса предложен новый подход к обеспечению экономической безопасности страны посредством изменения направленности развития системы образование-бизнес и выделены новые технологии в системе бизнес-образования, способствующие обеспечению экономической безопасности страны.

#### Теоретическое исследование.

С точки зрения экономической науки под экономической безопасностью следует понимать преодоление экономической неопределенности относительно существующих в обществе потенциальных и реальных угроз посредством установления контроля над экономическим пространством и наличия возможностей, условий и средств для отражения этих угроз. Возникает закономерный вопрос, а удалось ли в стране экономически обезопасить хоть какую-либо отрасль или аспект социально-экономических отношений?

Ни в сфере услуг, ни в сфере производства структурных реформ так до сих пор и не производится. Наличие всевозможных субсидий в социальных отраслях приводит к отсутствию стимулов

снижения затрат. Однако отсутствие реального роста доходов российского населения не дает возможности обойтись без субсидирования. Отсутствие необходимых по длительности и объемам пенсионных вложений, не дает их рассматривать как реальный источник инвестиций. Система здравоохранения, активно ушедшая в нелегальную коммерцию, не является сегодня опорой для поддержания здоровья народонаселения и неэффективна, к тому же рост стоимости предоставляемых услуг, к сожалению, никак не связан с увеличением качества медицинского обслуживания, ответственности.

Назревший кризис в системе современного образования ставит под вопрос возможность воспитания молодых специалистов. Образовательных учреждений сегодня появилось много, только пойти учиться туда могут единицы, и далеко не все выпускники после получения диплома являются квалифицированными специалистами, способными работать.

Получается, что главной проблемой восстановления экономической безопасности становится человеческий капитал и сферы его обеспечивающие: образование, здравоохранение, ЖКХ. Модернизация в данных сферах сама по себе не существует, она существует, как способ умножить население - в количественном и качественном смысле.

Само понятие «модернизация» предполагает как минимум два аспекта. Первый – технический, реализующийся в новых технологиях, будь то приборостроение, авиастроение, информационные технологии и т.д. То есть модернизируются инструменты и средства в целях создания более комфортных условий жизнедеятельности и увеличения индивидуальной и общей производительности труда. Второй аспект, неотрывно следующий за первым, связан с социальной модернизацией, затрагивающей государство, общество, а так же мораль, традиции и культуру.

До сих пор модернизация в технологической и социальной сфере реализовывалась по-разному. Если в технологическом плане большинство модернизационных изменений несло конструктивный эффект, то в социальном – все наоборот.

Население нашей страны уменьшается ежегодно на несколько сотен тысяч человек. Происходит фактическая и притом прогрессирующая депопуляция России.

Поэтому конечная цель государственной политики по наращиванию экономической безопасности, должна быть направлена на преодоление этого процесса.

Для того, чтобы модернизация не покалечила самое главное звено экономической безопасности страны – человека, необходимо, чтобы было сформировано:

- определение новых реалий модернизационного вызова для России в глобализирующемся мире;

- осознание основной конфликтной альтернативы для России - либо последовательная и успешная модернизация, либо решение тех же задач, но путем жесткой мобилизации (исторические прецеденты по социалистической модернизации в странах исторического социализма);

- пересмотр исчерпавших себя взглядов на модернизацию страны, разработка теоретических предпосылок для преодоления стагнации реформационного процесса;

- формирование новой системы научных представлений (парадигмы), концепции и стратегий развития за пределами первого 10-летия рыночных реформ.

Если учесть, что структуру отечественной экономики нельзя рассматривать как единый объект, то каким образом тогда возможно ее модернизировать и экономически обезопасить? В России одновременно развиваются несколько экономик. Так существуют экспорториентированные и все остальные компании. К первым относятся предприятия с долей экспорта в реализации не ниже двадцати-тридцати процентов. У таких компаний экономика и зарплата одна, у всех остальных - принципиально иная. Другой срез классификации - это бывшие советские приватизированные предприятия и предприятия, созданные с нуля. У них, как правило, принципиально разная фондо- и капиталоемкость и, соответственно, разная эффективность деятельности. Наконец, внутри среднего бизнеса разделение существует между производителями с раскрученными брендами, сумевшими завоевать заметную рыночную долю, и всеми остальными. Таким образом, нет единой экономики - есть отдельные хозяйственные замкнутые системы, которые следует интегрировать в единое хозяйственное пространство [1].

Официальная статистика не позволяет ответить на целый ряд вопросов, в частности, как выживает российское население при официально регистрируемой средней

заработной плате; почему число банковских накоплений населения растет, а число вновь образуемых на предпринимательской основе хозяйственных организаций увеличивается. Есть все основания предполагать, что проблема выживания, первоначального накопления капитала решается сегодня в России путем активного включения населения в различные процессы, разворачивающиеся в рамках теневой экономики.

Большая часть представителей бизнеса в России, ведущая в основном легальную деятельность и нарушающая закон лишь эпизодически, совершает действия, которые носят вынужденный характер и вызваны дефектами сложившейся экономической системы. Самые распространенные из них – выплата налогов и других «государственных изъятий» (таможенных пошлин и т.п.) в неполном объеме и обналичивание безличных денег. Две названные операции время от времени прodelывают практически все деловые люди в России. Первая из них обусловлена сверхбольшими налоговыми ставками и репрессивной системой налогообложения. Если скрупулезно выполнять все требования, то придется выплачивать государству иногда и более 100 % прибыли. Предприниматели считают справедливой и целесообразной значительно меньшую ставку налоговых изъятий – 28 % доходов. С учетом отклонений они отдают не больше 1/4 своих доходов, что соответствует как их представлениям о справедливости и целесообразности, так и практике большинства стран с развитой рыночной экономикой [3, с. 45]. Что касается другой операции – «обналичивания» под фиктивные контракты, то ее масштабы оценить труднее. По оценкам МВД, даже без учета потребительского рынка и банковского бизнеса величина теневого налично-денежного оборота составляет более 30 млрд. долл. [2, с. 93]. В настоящее время «обналичивание» – сложившийся институт, обеспечивающий легальный бизнес неподконтрольными государству деньгами в объеме, определяемом потребностями выплат: во-первых, теневой части зарплаты, т.е. разницы между реальной ценой труда, требуемой для удержания и стимулирования работников, и официальной зарплатой, показываемой в отчетности перед государственными органами; во – вторых, по теневым соглашениям за товары поставщикам (что сокращает расходы примерно на 30 %); в третьих, различным

«крышам» и чиновникам для обеспечения своей безопасности и сохранения занимаемой на рынке ниши.

Кроме того, предприниматели широко используют теневой механизм инвестирования. Наличие такого механизма следует из анализа противоречивой ситуации, которая складывается в экономике России. С одной стороны, некоторые важные статистические показатели, например, объем промышленного производства, демонстрирует стабилизацию, а в отдельных секторах – и рост. Можно предположить, что нынешний рост производства на ряде предприятий обеспечивается за счет краткосрочных инвестиций, дающих быструю отдачу и носящих скрытый латентный характер (руководители стараются их не афишировать). Это связано с отсутствием реальных гарантий прав частной собственности, отрицательным отношением значительной части российского общества к «капиталистам», «хозяевам», «богачам». Подобная социальная атмосфера не благоприятствует приумножению собственности (на что направлены инвестиции). В то же время общество приветствует экономический рост, увеличение производства, что было характерно для советских времен и сохранилось с некоторыми изменениями и сегодня. В этих условиях многие частные собственники стремятся скрыть инвестиции и одновременно охотно показывают прирост производств. Механизм теневого краткосрочного инвестирования развития производства действует в ситуации, когда возникает спрос на новую продукцию (которую можно производить на данном предприятии), а ее освоение не требует значительных капитальных затрат, но обещает быструю прибыль. В этом случае инвестирование производится через дочерние коммерческие структуры, формальными владельцами которых являются родственники или доверенные лица руководителей предприятия. Тогда предприятие как бы и не осуществляло капитальных вложений, однако рост производства на его площадях имел место. Инвестиции тем самым определенным образом защищаются, хотя механизм их защиты носит неформальный характер. В такой ситуации основные финансовые выгоды от инвестирования получают, как правило, дочерние компании, а не материнское предприятие. Последнее является производственной площадкой для капитальных вложений, а основные

финансовые потоки, связанные с инвестированием, выводятся за его пределы. Дочерняя структура может создаваться на весьма короткий срок – только для того, чтобы «снять сливки» с выхода на новый прибыльный рынок и «увести» сверхприбыль от налогообложения. Когда же прибыль в силу естественных причин, связанных с действием механизмов конкуренции, снижается, соответствующая деятельность может быть переоформлена на материнское предприятие. Данный механизм позволяет «не провоцировать» социальное окружение, скрывать рост богатства, который приносит успешное инвестирование, обеспечивать неформальную защиту прав инвестора. В то же время он не может служить основой долгосрочного нормального экономического развития, так как не создает устойчивых стимулов для обновления производства и накопления капитала. С его помощью нельзя осуществлять масштабные и долгосрочные инвестиции, требующие усилий многих десятков и даже сотен организаций. Это могут обеспечить только открытые легальные механизмы инвестирования, имеющие твердую юридическую базу и предполагающие социальное одобрение инвестиционной активности.

Сильное затенение отечественной экономики не может не вызывать опасений, т.к. является главной угрозой экономической безопасности нашей страны и невозможности проведения модернизации. Утрачивая контроль над значительной частью экономической деятельности, государство ослабляет силу и уменьшает объем своего ведения, становясь излишним: оно не защищает личность от криминальной части теневой экономики и не помогает отстаивать свои права в сферах неформальной и официальной деятельности. Растет недоверие общества к государству, что приводит к исчезновению патриотизма, разобщению нации, снижению качества трудовых ресурсов страны, ухудшению эффективности госрегулирования социально-экономических процессов; стираются границы между беззаконием, незаконной и неправомерной деятельностью, исчезают нравственные ориентиры.

Безусловно, неэффективная государственная политика и коррумпированность власти и бизнеса всецело способствуют происходящим деградирующим процессам в хозяйственном механизме страны. Но не они причина, ее все-таки, следует искать глубже – следует

честно себе признаться: выход из всех кризисов (экономического, политического, демографического и т.п.) для России только один, ни одна частная проблема не будет решена, если не изменить курс развития страны с безнравственного на нравственный.

Справедливость и нравственность, это не те понятия, которые следует считать эфемерными. Именно они определяют посыл и, в конечном счете, результат каждого действия. Чем выше уровень власти, тем ярче и очевиднее последствия.

И предпринимательство, «процветающее сегодня» современного человека все больше и больше не устраивает. Конкретно, это практически любое самое современное предприятие, в котором происходит "восстание индивидуума", выражающееся в нарастающей демотивации.

Выход всегда один - в развитии. А чтобы развиваться, нужно учиться. А чтобы действительно учиться, нужно суметь сделать правильный выбор: чему и у кого учиться. Для этого нужно проявить сознательные усилия и взять на себя ответственность. Потому что делать выбор - это всегда риск, это всегда ответственность.

Должен выработаться новый стиль или, чтобы оставаться в профессиональной терминологии, новая технология бизнеса. Чем она будет отличаться от преобладающей сегодня? Очевидно, что большим вниманием к человеку, а это обязательно повлечет за собой потребность в большем его познании и понимании. На основе нового познания существа человека станет возможным новое понимание существа предприятия или организации, прежде всего, как живого организма.

Потому что там, где группа людей объединена общей целью, там возникает живой организм, который живет и развивается по законам, присущим всему живому. Но дело еще и в том, что эти законы развития не только общи для всех, но, будучи общими, они же одновременно являются и совершенно индивидуальными. Уже одно понимание этих взаимосвязей и закономерностей будет давать ключ к исцелению многих затруднений в развитии. А это значит, что отпадет необходимость радикального вмешательства. То есть, все меньшим спросом будут пользоваться радикальные технологии.

Поэтому предпринимательство как жизненный процесс должно становиться отражением природы развивающегося, самопознающего человека. Понятно, что переход на эту ступень потребует, прежде

всего, от нас самих большого внутреннего труда над собственным развитием и будет всецело от него зависеть. Следовательно, произойдет этот переход не скоро.

Современный человек рубежа двух тысячелетий видит себя самого и свою задачу в мире иначе, чем его предшественники, которые и закладывали основы тех форм предприятий и моделей управления, в которых приходится жить и действовать современному уже сильно изменившемуся индивидууму. Человек изменился, в чем именно? - это, прежде всего, в нежелании делить жизнь на работу и не работу, нежелании работать только ради денег, нежелании видеть в земле только источник ресурсов для развития бизнеса, нежелание следовать узко материалистическому видению мира и т.д.

### **Методическое исследование**

Выход из сложившейся ситуации видится, прежде всего, в изменении системы образования, поскольку именно знание занимает ключевые позиции в экономическом развитии, становится основным источником стоимости в постиндустриальном, информационном обществе, радикально меняет место образования в структуре общественной жизни, соотношение сферы образования и экономики. Однако становление информационного общества меняет взаимоотношения образования не только с экономикой, но и со всеми другими сферами общественной жизни, поскольку информация, знания оказываются в основе не только экономического, но и всего общественного развития.

В целом следует говорить о необходимости пересмотра направления развития образования в России с акцентом на усиление духовно-морального воспитания детей и молодежи. Это вопрос не только качества жизни населения, его здоровья и дальнейшего существования, это первоочередной вопрос национальной безопасности.

Профессиональное образование характеризуется объективностью, общезначимостью и научностью. В то же время наука не содержит внутри себя этики, исчезло единство ценностей и норм культуры. Современному образованию не хватает стержневой основы, мировоззренческого ориентира, культуры.

Человечество стоит на пороге глобальной революции, которая должна вывести его на новую стадию развития, и это возможно только в случае изменения парадигмы

образования, которая будет базироваться на новых научных основах понимания мира и человека. Подход к человеку как биоэнергоинформационной системе является основой разработки качественно новых и усовершенствования, исправления недостатков существующих методологий, методов и средств обучения, воспитания, развития. Образовательный процесс должен быть систематизированным, гармонизированным и иерархичным. Сейчас же скорее наблюдается хаотичное внедрение разнонаправленных образовательных инновационных технологий, за которыми нередко исчезает главная идея образования.

Процесс модернизации образования в России следует осуществлять на основе инноватики, ведь, в конечном счете, одной из целей инновационной деятельности является повышение уровня жизни и благосостояния как личности, так и общества в целом.

Если разработку стратегии реформирования образования осуществлять на основе общей теории инновационных технологий [3], то это позволит, с одной стороны, значительно сэкономить время, с другой стороны - высветит ясность в понимании сути и неизбежности инноваций в образовательной сфере.

Без инноваций нет прогресса. Прогресс представляет собой развитие с улучшением показателей, используемых для его оценки. Возможно, например, экстенсивное развитие, когда в использование вовлекаются все новые массы ресурсов, но не происходит каких-либо качественных изменений. Для того чтобы они наступали, необходимы новая техника, новая технология, схемы организации труда, производства и управления. Все названное возникает на базе инновационного поиска и невозможно вне его. Это утверждение не зависит от субъекта, страны, времени.

Без инновационного проектирования нет инноваций. По определению, инновация - результат инновационного поиска, который, в свою очередь, является элементом инновационного проектирования, а точнее, его начальным элементом. Спор возможен вокруг случаев открытий, изобретений, рационализаторских предложений, инноваций. Здесь очень сильна позиция неизбежности инновации «по наитию», предначертанности. Однако углубленный анализ показывает, что в данном случае инновация - это выход из «черного ящика», содержащего алгоритмы указанного проектирования. На входе его будут

психологические обстоятельства, неудовлетворенность. Они могут носить индивидуальный характер, который преодолевается в инновационном проектировании как бы неявного вида.

Несистемная инновация - нонсенс. В жизни и деятельности все процессы взаимосвязаны, и это проявляется в продуктивном, информационном, ресурсном, временном и прочих отношениях. В силу этого эффект инновации реализуется только в том случае, если в сопряженных областях деятельности есть резервы «пропускной способности», другими словами, резервы должны быть комплектными по отношению к эффекту инновации. Если такой комплектности нет, то эффект инновации может быть реализован в лучшем случае лишь частично. Учет данного фактора означает необходимость в ходе инновационного проектирования отразить все сопряженные с инновацией затраты и результаты по всей цепочке указанных взаимосвязей.

Инновационное пространство многомерно, непрерывно и бесконечно. Многообразность инновационного пространства связана с предметным многообразием и разнообразием способов инновирования (обновления и совершенствования). Сам феномен многомерности можно констатировать, но вряд ли он может иметь точную количественную характеристику. Возражений против указанных факторов многомерности инновационного пространства в хозяйственной практике и исследованиях не зафиксировано. Это служит основанием к признанию указанного феномена объективным. Непрерывность инновационного пространства может быть подвергнута сомнению лишь в одном случае, когда наступает непреодолимая невозможность усовершенствования традиционных техники и технологий. Но по этой же причине происходит переход к иному способу удовлетворения соответствующей потребности, который, в свою очередь, обладает собственным потенциалом инновационного поиска. Подобный переход служит одновременно доказательством непрерывности инновационного пространства.

Бесконечность указанного пространства возникает в силу его многомерности и непрерывности. Она проявляется и во времени, и в пространстве. Все рассмотренные признаки существуют объективно, вне персональных мнений.

Инновации всегда сопряжены со снижением удельных затрат. Первое отношение к такой трактовке может быть отрицательным - а как быть с инновациями социального характера? Ответ на этот вопрос будет связан с методикой определения удельных затрат и сопоставимостью сравниваемых случаев.

Инновации генерируют моральный износ техники и технологии. Это значит, что инновации обладают двойным эффектом - прямым и сопряженным, к которому относится ущерб от морального износа. Подобное утверждение не требует доказательства по определению понятия «инновация». Вместе с тем его учет способствует более объективной оценке эффективности инвестиций в инновационные проекты.

Без мотивации нет инноваций. Инновации не могут возникать, если отсутствуют стимулы. Характер стимулов может быть различным, как и их число. Эффективность стимулирования зависит от превышения «порога чувствительности» к нему, которым обладает новатор - будь то физическое или юридическое лицо. Здесь мы сталкиваемся также с психологией новатора. Мнение об отсутствии стимулов может быть только внешним, поверхностным, что доказывается более обстоятельным и всесторонним анализом подобных случаев.

Мотивации к инновированию многообразны - здесь и стремление к экономической выгоде, к росту благосостояния, лидерские амбиции, требования безопасности и т. д. Их отсутствие означает застой, потерю позиций в конкурентной борьбе. Использование данного положения дает возможность на основе практического анализа по фактам инноваций выйти на оценку связей между инновациями и причинами, их обусловившими, с тем, чтобы в последующем через мотивационные механизмы регулировать направления и масштабы инновационной деятельности.

Основой инновации является информация. Информация позволяет исключить поиск средств совершенствования техники и технологий в случае, если уже существует решение той или иной задачи. Она также расширяет спектр способов такого совершенствования. Данное положение получило отражение даже в народной мудрости, а именно - в поговорке об «изобретении велосипеда» в современных условиях. Источником информации служат знания, жизненный опыт,

специализированные банки данных. Учет данного положения позволяет вводить в инновационное проектирование раздел или этап инновационного поиска. Формально возможны инновации, возникшие на основе «догадки». Однако анализ таких случаев выявляет наличие информации в неявной форме. Инновации могут быть также следствием глобализационной информации.

Выбор государственной инновационной стратегии развития образования должен определяться с учетом того, что развитие инновационной среды в образовательном секторе касается не только разработки и внедрения нового содержания, новых педагогических технологий. Это, прежде всего, процесс реформирования системы качественных изменений в деятельности педагогов, стиля их профессиональной жизни, мировоззрения и мышления.

За время перехода России к рыночным отношениям произошли серьезные изменения в системе высшего образования, которые повлекли за собой пересмотр ряда сложившихся в прошлом тенденций. Понятно, что без инновационного развития экономики, насыщения отечественного рынка труда квалифицированными специалистами, сочетающими в себе знания и умение ими пользоваться, задачи, которые стоят перед страной, не решить. Усиление конкурентной борьбы на глобальном рынке образовательных услуг поставило сложные задачи перед национальными системами образования, основные направления модернизации которых определены в Национальной Доктрине развития образования до 2025 года. Изучение теоретических основ современной экономики, базирующейся на знаниях, знакомстве с практикой функционирования вузов зарубежных стран на внешних и внутренних рынках образовательных услуг, исследовании противоречий и проблем развития образования за рубежом в условиях экономики знаний, позволяет предупредить возможное негативное развитие событий в российском образовании, разработать конструктивные меры по повышению его конкурентоспособности.

В последние годы предпринимаются многочисленные попытки модернизации образования. В основном их предложения сводятся к следующему:

- введение нормативного финансирования вузов посредством выпуска

государственных финансовых обязательств (своеобразных образовательных «ваучеров»);

- замена статуса образовательного учреждения статусом образовательной организации;

- сокращение числа ВУЗов, которые финансируются государством.

Реализация указанных мероприятий приведет к дальнейшей коммерциализации образования, ограничит доступ к получению знаний выходцам из нижних (по уровню доходов) слоев общества, ускорит деградацию общества и развал экономики. Из нормативных документов следует, что государственная поддержка, вследствие ограниченного размера федерального бюджета, будет оказываться, прежде всего, так называемым «элитным» ВУЗам. Ориентация современного российского ВУЗа только на средства государства, ускоренными темпами приведет его к банкротству.

Увеличение финансового потенциала ВУЗа может быть достигнуто путем реализации следующих мероприятий:

- расширения фронта хоздоговорных НИОКР, оказания консультационных услуг на платной основе;

- реализации инновационных программ, нацеленных на внедрение результатов вузовской науки в производство товаров и услуг;

- участия ВУЗа в разработке федеральных, отраслевых и территориальных научных и научно-технических программ;

- широкомасштабного участия научно-педагогических работников вуза в ежегодных конкурсах на получение финансирования НИОКР по линии федеральных министерств и ведомств, органов исполнительной власти субъектов РФ, государственных научных фондов и др.

Естественным пока направлением решения накопившихся материальных проблем является развитие предпринимательской деятельности вузов. В настоящее время функционирование государственных вузов, находящихся в ведении Министерства образования России, обеспечивается за счет средств от предпринимательской деятельности на уровне 40 %. Указанная деятельность в условиях рыночной экономики является источником, позволяющим вузам адекватно выполнять свою образовательную и научную миссию в обществе, расширять и укреплять материально-техническую базу, сохранять кадровый потенциал.



Однако в предпринимательской деятельности ВУЗов, как и в российском предпринимательстве вообще, проблема мировоззренческих ориентиров никуда не и исчезает. Становление рыночной экономики в России происходит по схеме периода первичного накопления капитала, характерного для любой страны. Именно в этот период преобладает нарушение этических норм, невыполнение требований важнейших законов экономики, расцветает подпольный бизнес.

В России огромное значение имеют связи как особого рода общественные отношения. При этом мы не говорим о связях как порочной модели государственного устройства, основанной на коррумпированности ее участников и рождающей многочисленные сомнительные способы преуспевания. Речь идет о связях как отношениях, построенных на тесном взаимовыгодном деловом сотрудничестве людей, причем исключительно в рамках закона. Связи сами по себе настолько мощный инструмент достижения материального успеха, что, обладая ими, не приходится нарушать законы, которые к тому же в России далеко несовершенны и сами предоставляют множественно законных способов ведения бизнеса. Для России подобный характер отношений — норма. Тем более практика показывает, что официальные контакты между людьми в нашей стране не приносят какого-либо существенного результата. Данное положение объясняется достаточно просто. Человек, который известен только с положительной стороны и от которого не ожидается какого-либо подвоха, всегда будет более предпочтителен для деловых отношений, нежели приходящий с улицы незнакомец.

Рыночный механизм, как известно, регулирует процесс обмена товаров и услуг. Но сам по себе процесс обмена не может быть нравственным или безнравственным. Он не имеет этических характеристик. Любые ограничения свободного обмена товаров и услуг (кроме запрещенного государством по причине своей опасности для жизни населения) и замена его в этой части распределительным механизмом, порождали лишь безнравственную деятельность определенных представителей населения, использующих трудности для своей личной выгоды, и снижали эффективность рыночного механизма и экономики в целом.

С одной стороны, успешный бизнес может развиваться только в правовом государстве

на основе развитого законодательства, однако даже самое совершенное правовое государство не снимет проблемы формирования этической основы бизнеса. Закон и нравственность по своим социальным функциям где-то близки, но не идентичны. Мораль и нравственность — более широкие понятия, нежели право и закон. Более того, морально-нравственное состояние общества во многом определяет и основы законодательства. Если морально-нравственные устои общества являются основой, на которой формируются правовые нормы вообще и предпринимательства в частности, то это обстоятельство имеет особое значение для сегодняшней России. Государство и религиозные организации в лучшем случае могут создать благоприятные экономические, социальные, правовые условия, общую нравственную атмосферу для возрождения здорового бизнеса в России. Но развитие профессиональной этики — это не их задача. Проблема должна решаться в первую очередь самими предпринимателями и их общественными организациями.

### **Заключение.**

Подводя итог, следует отметить: российская экономика как ответ на вызов глобализации выдвигает образование на ведущее место среди факторов повышения экономической безопасности страны. Высокий образовательный потенциал населения может стать катализатором социально-экономических перемен. Экономика знаний формирует картину мира, где малоквалифицированная работа отдается развивающимся странам, а процветающие западные специалисты получают высокие доходы, благодаря своим знаниям и творческому потенциалу. Именно образование должно стать одним из направлений модернизации.

Качество образования напрямую влияет на экономическое положение страны, ее экономическую безопасность. Образовательный процесс должен обеспечить гармоничное сочетание личных целей ученика и социально значимых целей общества во взаимодействии культуры и образования. Недопустимо безоглядное копирование западных образцов. Необходимо сохранить традиции и национальные ценности, свойственные российскому менталитету. Поэтому значительная роль в современном образовании должна отводиться познанию себя как единой структурной организации, включающей физическую, психическую и

духовную составляющие, находящиеся в гармонии с окружающей средой.

Все вышеназванные идеи и принципы должны проникать в менталитет предпринимательства (движущей силы развития экономики – второму объекту модернизационных преобразований) вместе со свежим потоком, который создается молодежью, выбравшей для себя путь бизнеса. Молодежь обладает более гибким сознанием, которое способно быстрее воспринимать новые идеи и трансформировать их в реальность. Поэтому, если выработать уважение к нравственно-этическим принципам у молодого предпринимателя, опять же через систему образования, то впоследствии и это будет одной из вех в оздоровлении экономики и общества в целом.

#### Библиографический список

1. Бирюков В. В. Производительность хозяйственных систем и модернизация промышленного производства // Вестник СибАДИ - 2012. - № 1.(23) - С. 84-88.
2. Крутик А. Б. Вопросы обеспечения экономической безопасности России (научное издание). - СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы, 2010. - 70 с.
3. Крутик А. Б. Модернизационное предпринимательство / А. Б. Крутик, Н. Ю. Бессонова. – СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2007.
4. Миллер А. Е. Обеспечение экономической безопасности России через развитие воспроизводства // Вестник Инновационного Евразийского университета – 2011 - № 3 (43)–С. 7-11.

#### INFLUENCE OF MODERNIZATION PROCESSES ON ENSURING ECONOMIC SAFETY OF RUSSIA

A. B. Krutik, A. E. Miller

In article theoretical and methodical questions of ensuring economic safety of the country by means of specification of a course of modernization processes are investigated.

#### Bibliographic list

1. Biryukov V. V. Productivity of economic systems and modernization of industrial production//Vestnik SibADI – 2012 -№. 1. - P. 84-88.
2. Krutik A. B. Questions of ensuring economic safety of Russia (scientific edition). - SPb.: Publishing house of the St. Petersburg university of the public fire service, 2010. - 70 p.
3. Krutik A. B. Modernization business / A. B. Krutik, N. Yu.Bessonov. – SPb.: I LIE of A. S. Pushkin, 2007.
- 4 . Miller A. E. Ensuring economic safety of Russia through reproduction development//the Messenger of Innovative Euroasian university// 2011 - № 3 (43) - 2011. – P. 7-11.

*Миллер Александр Емельянович - Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, налоги и налогообложение». Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского. Основное направление научных исследований – организационно-управленческие формы предпринимательства и интрапренерства. Общее количество публикаций – 224. aem55@yandex.ru*

*Крутик Александр Борисович - Профессор кафедры «Организация обслуживания населения». Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики. Основное направление научных исследований – инновационное и интеллектуальное предпринимательство. Общее количество публикаций – 680.*

УДК 338.4

## ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК И ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

С. М. Хаирова

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены потенциальные возможности внедрения в транспортных системах России интегрированных оптимизационных моделей, которые позволят улучшить качество и поднять уровень логистического сервиса.*

***Ключевые слова:** интегрированные транспортные системы, оптимизационные модели логистических услуг, кооперация перевозчиков, логистический сервис, цепи поставок.*

### **Введение**

В условиях интеграционных процессов в экономике развитых стран роль и значение транспорта в сфере распределения в целом и в логистическом сервисе в частности постоянно повышается. Исходя из транспортной политики большинства стран, данный вид коммуникаций рассматривается как структурно-технологическая связь экономики государств и различных международных сообществ. Формирование макрологистических систем становится средством эффективного удовлетворения большого диапазона потребностей. В связи с этим создание систем, основанных на логистической концепции, в российских регионах является одной из основных задач становления международных транспортных коридоров.

Основные положения логистики, характерные для фирм производителей и потребителей продукции (приоритет потребителя, высокий уровень сервиса, сокращение времени выполнения заказа и др.) в полной мере относятся и к предприятиям транспортной отрасли, задействованным в логистических системах. Отличительной чертой их работы в новых условиях конкуренции на рынке транспортных услуг становится разработка политики комплексного решения транспортных и сопряженных с ними проблем на ином, качественно высоком уровне.

Политика транспортных предприятий в области коммуникаций имеет своей целью информировать клиентов о предлагаемых пакетах услуг, а также постоянно оказывать необходимое влияние на потребителей, чтобы они могли использовать услуги в возможно большем объеме. Другая цель этой политики - способствовать расширению и совершенствованию взаимодействия

транспортных фирм и грузоотправителей на основе использования вычислительной техники и главным образом с помощью электронного обмена данными.

Предложению пакета транспортных услуг предшествует изучение потребностей рынка, которым в промышленно развитых странах занимаются специальные логистические центры и другие структуры.

### **Основная часть**

Транспорт представляет собой важное звено логистической системы; он должен обладать рядом необходимых свойств и удовлетворять определенным требованиям в целях создания инновационных систем сбора и распределения грузов.

Появление на рынке услуг региональных транспортных компаний по сбору и распределению грузов и перевозке их к торговым зонам снизили конкурентоспособность промышленных фирм, владеющих центрами распределения и традиционными транспортными организациями по доставке грузов мелкими партиями. Последние, так же, как и автотранспортные компании, осуществляющие магистральные перевозки, были вынуждены прибегнуть к более дифференцированным видам обслуживания. Кроме того, новые региональные организации по сбору грузов, установив свои цены и нормативы обслуживания, начали предлагать специализированные услуги в данной сфере деятельности, направленные на удовлетворение конкретных потребностей грузоотправителей.

К более совершенным способам сбора и распределения грузов относятся смешанные контейнерные железнодорожные перевозки во внутреннем и международном сообщениях, осуществляемые на большие расстояния по системе «Точно в срок», а также

межрегиональные перевозки грузов, выполняемые автотранспортными компаниями между принадлежащими им региональными пунктами, которые обычно отстоят один от другого на 850 и более километров. Автотранспортные компании, выполняющие межрегиональные перевозки грузов укрупненными партиями при полном использовании грузоподъемности собственных автомобилей, предварительно консолидируют грузы на пунктах сбора и разукрупняют их в местах распределения, доставляя мелкими партиями до получателей.

Основное преимущество такого способа сбора и распределения грузов - это возможность приспособлять каналы материально-технического снабжения к потребностям заказчика, так -как автотранспортные компании способны контролировать работу автомобилей, эксплуатирующихся по системе «Точно в срок». Кроме того, эти компании не применяют жестких тарифов и не заключают традиционных контрактов, обеспечивая тем самым высокую гибкость в отношениях с заказчиками.

Таким образом, исследование новых логистических систем сбора и распределения грузов показали, что они получили широкое распространение в развитых странах с рыночной экономикой, став с точки зрения затрат и уровня обслуживания эффективными альтернативами прежним системам транспортного сервиса.

Одной из причин, препятствующих логистизации в России, является слабо развитая транспортная инфраструктура. В логистике приоритет отдается не отрасли экономики, а региону. Для обслуживания материальных потоков целесообразно создавать региональные логистические центры (РЛЦ) с филиалами, размещенными по территории региона и связанными с ним транспортными и информационными коммуникациями. Филиалы РЛЦ целесообразно размещать вблизи городов и районных центров, а сами населенные пункты рассматривать как пункты логистического потребления.

Сокращение времени логистических процессов в этих условиях влечет за собой уменьшение ошибок прогноза (так как ошибка прогноза пропорциональна сроку прогнозирования) и соответствующее снижение потерь, порожденных этими ошибками [24].

Большинство предприятий сталкивается с ситуацией, когда факт времени, в течение

которого они в состоянии исполнить заказ, то есть время на закуп сырья, производство и доставку готового продукта, превышает время, в течение которого покупатель готов ждать. Это явление получило название – разрыв времени исполнения заказа.

Сокращение времени исполнения заказа возможно при поручении транспортных функций сторонней организации, то есть отказ от собственного транспорта и использование транспортно-экспедиторскими услугами специализированной компании.

Предоставление транспортно-экспедиторскими фирмами новых дополнительных услуг позволяет расширить круг их клиентов, увеличить прибыль от реализации продукции, облегчает и ускоряет внедрение новых транспортных технологий, повышает стабильность и прочность связей на рынке транспортных услуг.

Транспортная составляющая является связующим элементом всех прочих функциональных областей логистики. Логистика начинается с транспортно-экспедиторских функций, ими же и заканчивается.

При определении затрат, связанных с выполнением перевозочного процесса, необходимо учитывать технико-экономические показатели используемого подвижного состава (грузоподъемность, техническая скорость, показатели использования подвижного состава, время простоев под погрузочно-разгрузочными операциями и др.), расстояние транспортирования, затраты, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных работ, с повреждением и потерей груза, с нарушением срока доставки груза и др., т.е. затраты не только на транспорте, но и других участников перевозочного процесса.

При осуществлении транспортного сервиса как необходимой «принадлежности» логистики должен быть выполнен ее основополагающий принцип – высокий экономический эффект. Реализация этого принципа достигается высоким качеством обслуживания.

К ключевым параметрам качества обслуживания потребителей относятся [25]:

- время от получения заказа до доставки;
- надежность и возможность доставки по требованию;
- стабильность снабжения;
- полнота и степень доступности выполнения заказа;
- удобство размещения и подтверждения заказа;

- объективность цен и регулярность информации о затратах на обслуживание;
- предложения о возможности предоставления кредитов;
- эффективность технологии грузопереработки на складах;
- качество упаковки и выполнение пакетных и контейнерных перевозок;
- надежность и гибкость поставки;
- возможность выбора способа доставки.

Логистические системы не могут раскрыть весь свой потенциал, если не будут решены комплексные транспортные проблемы. Выбор каналов продвижения материальных потоков в значительной степени зависит от элементов транспортной системы, участие которых предполагается в том или ином варианте транспортно-перемещающих работ.

Роль транспорта в макро- и микроэкономике очень велика. Актуальность транспортных проблем подтверждается тем, что около 50 % совокупных затрат на логистику для большинства хозяйственных субъектов связано с транспортными издержками. В связи с этим при организации логистического сервиса особое внимание уделяют транспортно-экспедиционным услугам.

В настоящее время в области оказания логистического сервиса во многих странах действуют различные логистические организации в виде специализированных центров, агентств или других структур. Показательными являются региональные логистические образования на французских железных дорогах. По заказу клиентов они проводят комплексный анализ грузопотоков и распределение их по логистическим каналам и транспортным сетям. На основе анализа данных разрабатываются обоснованные программы и планы мероприятий [26].

Цель подготавливаемых для клиентов рекомендаций и предложений заключается в повышении эффективности управления потоковыми процессами. Это выражается в оптимизации грузопотоков, соблюдении сроков доставки грузов, повышении надежности и регулярности перевозок, синхронизации транспортно-перемещаемых работ с процессами производства, обращения и потребления, сохранности товаров и т. д.

Привлекает внимание порядок перегруппировки товаров в грузопотоках при смешанных перевозках. Значительные успехи достигнуты по повышению рентабельности перевозки за счет укрупнения грузопотоков и

рационализации многих логистических операций.

В рамках логистического сервиса группа транспортно-экспедиционных услуг является наиболее распространенной и динамичной. В общем объеме логистических услуг, предоставляемых посредническими и сервисными организациями потребителям, услуги перевозчиков составляют 60 – 80%.

Популярность транспортно-экспедиционных услуг вызвана тем, что иметь каждому предприятию или фирме штат этой категории работников, содержать соответствующий парк транспортных средств, требуемых помещений и ремонтную базу невыгодно, так как все это обходится очень дорого, а используется, как правило, нерационально. Поэтому для оптимизации хозяйственно-экономической деятельности и логистических связей многим предприятиям целесообразно, освободившись от несвойственных им функций, переложить их на специализированные логистические структуры, которые выполняют требуемые работы более качественно, быстро и значительно дешевле, оптимизируя грузопотоки и эффективнее используя транспортные средства.

Главной сферой деятельности логистических компаний остается соответствующее обслуживание и управление материальными и информационными потоками. Однако объединение «под крышей» одной компании разнородных функций широкого ассортимента ведет к созданию новых структур – универсальных логистических компаний. Такие компании в состоянии взять на себя обязательства обеспечить не только логистический сервис, но и весь комплекс по обращению товарной продукции – закупку товаров, перевозку, хранение, страхование грузов, их сортировку и комплектование, информационное обслуживание, размещение заказов на производство и т. д.

Ожидается, что в ближайшие годы подобные универсальные логистические компании станут основной формой организации посреднических и транспортных систем во многих странах.

В условиях развития новых технологий и информатизации экономики многих стран компании логистического характера, объединяя вокруг себя информационными сетями компании производителей, торговых посредников и потребителей, создают новые сферы деятельности и даже новые отрасли национальных хозяйств.

Каждая система должна рассматриваться во взаимодействии с другими системами того же уровня иерархии с учетом синергизма и взаимодействия, так как возросли требования потребителей к качеству логистического обслуживания, то необходим межфункциональный подход к решению сложных логистических задач, нарастание глубины и масштабы проблем при ограничении ресурсов, отводимых на их решение [23].

Россия не сумеет создать эффективное рыночное хозяйство и достойно войти в глобальную экономику без крупномасштабной сферы услуг с развитым транспортом, связью, торговлей, финансово-кредитным и страховыми секторами, комплексом деловых услуг и другими отраслями услуг, отвечающими новым требованиям.

Системный подход к глобальным логистическим проблемам требует междисциплинарных исследований и интеграции различных знаний. С помощью отдельных наук удастся изучить лишь отдельные аспекты глобальных проблем, но при этом целостность и общая взаимосвязь явлений от исследователей ускользает. Современные науки вплотную подошли к тому рубежу, который требует качественно нового, системного осмысления глобальных логистических проблем. Это достигается путем осуществления координации всех процессов, связанных с обслуживанием потребителей, начиная от процедур приема и обработки заказа, закупки сырья и материалов, заканчивая доставкой готовой продукции до внешнего потребителя. Такое согласование, т.е. координация ресурсов, предполагает наличие системного мышления специалистами службы логистики, а также их знания имеющихся ресурсов предприятия. Системный подход к формированию системы выполнения заказов заключается в интеграции отдельных элементов в единую логистическую систему, способную адекватно реагировать на изменения факторов внешней среды.

Помимо очевидных потерь, таких как убытки, штрафные выплаты вследствие нарушения сроков доставки продукции или повреждения грузов, последствия могут быть более критичными: нарушение непрерывности процесса производства и обслуживания, снижение качества сервиса, изменение или прекращение отношений с партнерами, уменьшение уровня доходности. Так, исследования практики зарубежных

компаний показывают, что в среднем срывы поставок приводят к падению продаж на 7 % в год, операционной прибыли - на 42 %, а рентабельности активов - на 35%.

Транспортные и другие структуры вынуждены осуществлять свою деятельность, руководствуясь комплексным критерием покупательского спроса. Удовлетворенный свойствами и ценой материального товара, покупатель все активнее диктует свои условия в области структуры и качества услуг, в первую очередь оказываемых ему в процессе поставки этого товара.

В этих условиях экономия на обслуживании потребителей в области организации им поставок продукции может обернуться развалом всех производственно-коммерческих отношений поставщика (производителя, посредника) и, наоборот, инвестирование лишнего процента своего бюджета в систему (подсистему) логистического сервиса может в будущем оправдать все ожидания. Структуру бизнеса будет определять характер потребительского спроса, который необходимо удовлетворять. Почти все функции связаны с процессом логистического обслуживания клиентов. Качество логистического обслуживания заключается во всемерном удовлетворении потребностей клиентов. Это выражается в надлежащем выполнении заказов, исключении ошибок, сбоев, недопоставок; эффективном предоставлении услуг и постоянном стремлении к повышению качества обслуживания, обеспечения соответствия уровня обслуживания стандартам клиента, условиям договоров или контрактов.

Таким образом, система управления логистическим обслуживанием в России должна основываться на следующих основополагающих принципах: ориентация на потребителя; ориентация на бизнес-процесс; ориентация на предотвращение ошибок и сбоев; ориентация на постоянное совершенствование.

Система логистического обслуживания является одним из основных компонентов в комплексе факторов, обеспечивающих конкурентное преимущество компаний, достигаемое через поддержание требуемого уровня обслуживания потребителей при одновременном снижении затрат на его обеспечение.

Суть концепций логистического обслуживания заключается в построении таких отношений с клиентом, в рамках которых

возможно решение практически всех проблем клиента на основе изучения его потребностей (действует принцип «клиент всегда прав»). Основной задачей должна стать помощь клиенту сделать свой бизнес более эффективным и прибыльным на основе подробного анализа и снятия его «болевых точек».

При предоставлении логистических услуг важно учитывать особенности жизненного цикла продукции. Характер требований клиентов к обслуживанию меняется в соответствии с жизненным циклом продукта. Для того чтобы система обслуживания могла удовлетворять меняющиеся потребности потребителей, она сама должна со временем претерпевать изменения. Разрабатывая стратегию обслуживания потребителей, следует четко представлять возможности компании в предоставлении логистического обслуживания. Для того чтобы обслуживание клиентов соответствовало ресурсным возможностям компании, должны быть выявлены базовые потребности клиентов.

Одним из таких путей, как показывает мировой опыт, является построение логистических систем. Для России формирование и развитие логистических производственных, торговых, транспортных и информационных систем имеет первостепенное значение, так как позволит ускорить интеграцию нашей страны в мировое экономическое и информационное пространство.

На российском рынке логистические концепции и системы в бизнесе продвигают в основном зарубежные фирмы и предприятия с долевым участием иностранного капитала. Отечественные компании пока еще в подавляющем большинстве настороженно относятся к внедрению логистических инноваций. Однако, несмотря на сложную экономическую ситуацию, перспективно мыслящие руководители многих фирм, зачастую интуитивно чувствуя потенциал логистики в плане получения конкурентных преимуществ и упрочения своего положения в бизнесе, или основываясь на западном опыте, стремятся внедрить логистические концепции и системы.

Установка на совершенствование сервиса должна действовать во всей логистической цепи, гармонизируя взаимосвязи между ее технологическими компонентами и элементами логистических систем. Логистический сервис стимулирует развитие экономических связей между производителями и потребителями продукции,

что играет важную роль в период интеграционных процессов в экономике России.

В условиях быстро меняющихся предпочтений конечного потребителя, в процессе логистического обслуживания, одним из наиболее важных критериев сегодня становится время. Способность качественно и в установленные сроки удовлетворять требованиям потребителей определяют положение транспортных организаций при формировании международных цепей поставок и международных транспортных коридоров.

Мотивы вступления в интегрированную структуру определяются тем, что транспортные системы могут агрегировать, разделять и обменивать ценные ресурсы с другими фирмами в тех случаях, когда эти ресурсы нельзя получить посредством рыночных трансакций или в результате поглощений и слияний [22].

Именно поэтому, стратегической целью современных транспортных систем России является построение взаимодействия с потребителями транспортных услуг, которое бы обеспечивало конкурентные преимущества, как производителю продукции и услуг, так и всем контрагентам цепи поставок. Таким образом, основной целью интеграции является переход от краткосрочных отношений противостояния «покупатель – поставщик» в долгосрочное сотрудничество, основанное на взаимном доверии и качестве, инновации и совместно созданная стоимость будут гармонично дополнять конкурентную цену.

Сокращение времени в процессе интеграции участников логистической цепи достигается за счет:

- стандартизации процессов,
- упрощения процессов и устранения сложных процессов, не создающих ценности,
- одновременного функционирования процессов, с переходом от последовательной к параллельной работе, используя различные формы процессной интеграции,
- контроль и мониторинг процессов, выявляя проблемные участки и корректируя ситуации уже на раннем этапе,
- автоматизации процессов, применяемых для улучшения эффективности и действенности мероприятий в рамках технологической цепочки поставок.

Подводя итог, можно выделить следующие основные преимущества интеграции транспортных организаций:

- непосредственно влияет на развитие соответствующей логистической инфраструктуры и формирование инновационных процессов становления региональных опорных сетей региональных логистических центров для включения в международные транспортные коридоры, проходящие по территории России;

- способствует структуризации системы управления предприятием, что повышает конкурентоспособность каждого участника цепи поставок;

- позволяет добиться взаимодействия с потребителями транспортных услуг в режиме реального времени;

- сокращает совокупные издержки цепи поставок по организации движения материалопотоков, тем самым снижая себестоимость оказываемых услуг.

Учитывая, что интеграция и координация являются ключевыми элементами управления цепями поставок (SCM), современной тенденцией является разработка интегрированных моделей оптимизации цепи поставок в целом, а не её локальных участников или функций управления на предприятии [1,7,20].

К настоящему времени разработаны различные интегрированные модели оптимизации цепей поставок: интегрированные модели планирования структуры цепи поставок и определения объемов поставок (модели типа location-allocation и capacitated plan location) [2,6,9,12,17,20], модели интегрированного планирования производства, дистрибуции и транспортировки (production-distribution, lot-sizing and transportation or scheduling-routing) [5,8,11,12,14,16,18,20], модели интегрированного объемного планирования и планирования размера партий поставок (production/ transportation and batching) [3,4,5,10,15], модели интегрированного планирования запасов и транспортировки (inventory-routing problems) [1], модели интегрированного тактического планирования и оперативного планирования расписаний (integrated planning and scheduling) [3,4], модели интегрированного планирования расписаний, дистрибуции и маршрутов (integrated scheduling, distribution and routing planning) [3, 5], в том числе с учетом возможности гибкости выбора процесса на множества заданных альтернатив (integrated process planning and scheduling) [13] и другие [21].

### Заключение

Однако, ряд вопросов, возникающих при этом, не достаточно раскрыты как в отечественной, так и в зарубежной научной литературе, а именно:

- оценка взаимовлияния организации транспортного предприятия и интегрированной оптимизации цепи поставок (ЦП),

- развитие и взаимовлияние информационных технологий и интегрированной оптимизации ЦП,

- оценка границ интегрированной оптимизации.

Таким образом, для анализа этих предметных областей необходим системный подход. Как известно, типовая организационная структура служб предприятия, отвечающих за управление цепями поставок включает в себя управление сбытом, дистрибуцией, производством, складом и транспортом. В модели интегрированной оптимизации цепи поставок формируется транспортно-дистрибуционная сеть и план дистрибуции на длительную перспективу. Исходные данные для интегрированной оптимизации должны быть получены от различных служб в оргструктуре SCM, что требует компромисса между различными отделами предприятия при многокритериальной целевой постановке. Так, в единой модели необходимо определить какие поставщики будут поставлять продукцию, совокупные затраты на транспортировку и хранение в сети поставок должны стремиться к минимуму, при этом не должны быть нарушены ограничения на максимальные объемы поставок, мощности дистрибутивных центров и транспортных средств для полного удовлетворения спроса для каждого участника. При соблюдении этих условий данная модель может выполнять и целый ряд аналитических функций и давать ответы на следующие вопросы:

- какие маршруты транспортировки лучше использовать,

- интегрированно проанализировать оптимизированные с позиций минимизации транспортных затрат планы дистрибуции, просчитанные с некоторыми заданными интенсивностями перевозок и размеров партий поставок, и сами размеры партий поставок.

Особенно эффективным использованием интегрированных оптимизационных моделей является их применение для координаторов цепей поставок (ЦП), например провайдеров логистических услуг 3PL и 4 PL. В связи с этим необходима математическая постановка



задачи кооперации перевозчиков и новый подход к построению характеристической функции соответствующей кооперативной игры маршрутизации и алгоритм нахождения оптимального в маршрутном плане транспортных средств участников коалиции. Однако, пока можно говорить в основном только о глобальных проектах, реализуемых в нашей стране крупными мировыми компаниями, чем о чисто российских инициативах. Перечислим некоторые причины: кроме провайдеров логистических услуг на рынке существует значительное количество промежуточных посредников – оптовиков и дистрибуторов второго, третьего и более эшелонов. А так как это небольшие компании, недолго задерживающиеся на рынке, то вкладываться в создание стратегических альянсов с которыми не имеет смысла; основные группы участников еще не готовы к партнерству, так вопрос вытеснения с рынка конкурента сегодня занимает внимание менеджмента значительно сильнее; недостаточное развитие информационных технологий в современном российском бизнесе зачастую не позволяет организовывать эффективное взаимодействие в рамках цепи поставок.

#### Библиографический список

- Ben-Tal A., Golany B., Shtern S. Robust multi echelon multi period inventory control // *European Journal of Operational Research*. 2009. Vol. 199, Issue 3, 16.-P.922-935
- Bilgen, B., I. Ozkarahan. 2004. Strategic, tactical and operational production-distribution models: A review. *Internat. J. Tech. Management* 28 151-171
- Chen Z.-L. Integrated Production and Outbound Distribution Scheduling: Review and Extensions. *Operations research* 72, Vol. 58. № 1, January-February 2010, pp. 130-148
- Chen Z. L., Vairaktarakis, G. L. 2005. Integrated scheduling of production and distribution operations. *Management Sci.* 51 614-628
- Chen, B., C.-Y. Lee. 2008. Logistics scheduling with batching and transportation. *Eur. J. Oper. Res.* 189 871-876
- Chopra, Sunil and Peter Meindl (2010), "Supply Chain Management, Strategy, Planning, and Operations", Pearson Prentice Hall, New Jersey
- Clark A., Scarf H. Optimal policies for a multi-echelon inventory problem // *Management Science*. 1960. - №6. – P. 475-490
- Drexel A., Kimms A. Lot sizing and scheduling – Survey and extensions. *European Journal of Operational Research* 99 (1997) 221-235
- Goetschalckx, M., C.J. Vidal, K. Dogan. 2002. Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms. *Eur. J. Oper. Res.* 143 1-18
- Hall, N. G., C. N. Potts. 2005. The coordination of scheduling and batch deliveries. *Ann. Oper. Res.* 135 41-64
- Kaminsky, P., D. Simchi-Levi. 2003. Production and distribution lot sizing in a two stage supply chain. *IIE Trans.* 35(11) 1065-1075
- Melo J, Peidro, D., Diaz-Madroneo, D., Vicens, E. Mathematical programming models for supply chain production and transport planning. *European Journal of Operational Research* 204 (2010) 377-390
- Ozguven C.,L. Ozbakir, Y. Yavuz. 2010. Mathematical models for job-shop scheduling problems with routing and process plan flexibility. *Applied Mathematical Modelling* 34, 1539-1548
- Park, Y. B., 2005. An integrated approach for production and distribution planning in supply chain management. *International Journal of Production Research* 43, 1205-1224
- Pundoor, G., Z-L. Chen. 2005. Scheduling a production-distribution system to optimize the tradeoff between delivery tardiness and total distribution cost. *Naval Res. Logist.* 52 571-589
- Selim, H., Am, C., Ozkarahan, I., 2008. Collaborative production-distribution planning in supply chain: a fuzzy goal programming approach. *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review* 44, 396-419
- Shen Z.-L. M., Coullard C., Daskin M.S. A joint location-inventory model // *Transportation Science*. 2003. Vol. 37, № 1. – P. 40-55
- Van Hoesel, S. H. E. Romeijn, D. R. Morales, A.P.M. Wagelmans. 2005. Integrated lot-sizing in serial supply chains with production capacities. *Management Sci.* 51 (11) 1706-1719
- Vidal, C., Goetschalckx, M.: Strategic production-distribution models: a critical review with emphasis on global supply chain models. *Eur J Oper Res* 98, 1-18 (1997)
- Wolsey, L. A. 2006 Lot-sizing with production and delivery time windows. *Math. Programming Ser. A* 107 471-489
- Иванов Д. А. Управление цепями поставок. – СПб.: Изд-во Политех. Ун-та, 2009. – 600с.
- Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. Пер. с англ. – СПб: Питер, 2004. 316 с.
- Хаиров, Б. Г. Формирование отношений властных и предпринимательских структур региона на принципах логистического администрирования // *Вестник СибАДИ*. -2012. - № 5 (27) – С. 148-152.
- Хаирова С. М. Концепция логистики в глобальной экономике// *Вестн. Самар. гос. экон. акад.* – Самара, 2004. - № 3 (15). – С.49-51
- Хаирова С.М. Логистический сервис в России // *Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. Президиум СНЦ РАН. Спец. вып. «Актуальные проблемы экономики».* – Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2003. – Май. – С. 21-23.
- Хаирова С. М.. Проблемы интеграции логистических услуг// *Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. Президиум СНЦ РАН. Спец. вып. «Актуальные проблемы экономики».* – Самара:

Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2003. – Дек. – С. 126-129.

**THE INTRODUCTION OF INTEGRATED MODELS TO OPTIMIZE THE SUPPLY CHAIN AND LOGISTICS SERVICES IN THE FORMATION OF TRANSPORT SYSTEMS**

S.M. Khairova

This article examines the potential for the introduction of integrated transport systems in Russia optimization models that will improve the quality and raise the level of logistics service.

**Keywords:** integrated transport systems, optimization models of logistics services, cooperation of carriers, logistics service supply chain.

**Bibliography list**

1. Ben-Tal A., Golany B., Shtern S. Robust multi echelon multi period inventory control // European Journal of Operational Research. 2009. Vol. 199, Issue 3, 16.-P.922-935
2. Bilgen, B., I. Ozkarahan.2004. 2004. 2004. Strategic, tactical and operational production-distribution models: A review. Internat. J. Tech. Management 28, 151-171
3. Chen Z.-L. Integrated Production and Outbouna Distribution Scheduling: Review and Extensions. Operations research 72, Vol. 58. Number 1, January-February 2010, pp. 130-148
4. Chen Z.-L., Vairaktarakis, G.L. 2005. Integrated scheduling of production and distribution operations. Management Sci. 51 614-628
5. Chen, B., C.-Y. Lee. 2008. Logistics scheduling with batching and transportation. Eur. J. Oper. Res. 189 871-876
6. Chopra, Sunil and Peter Meindl (2010), "Supply Chain Management, Strategy, Planning, and Operations", Pearson Prentice Hall, New Jersey
7. Clark A., Scarf H. Optimal policies for a multi-echelon inventory problem // Management Science. 1960. - № 6. - P. 475-490
8. Drexel A., Kimms A. Lot sizing and scheduling - Survey and extensions. European Journal of Operational Research 99 (1997) 221-235
9. Goetschalckz, M., C.J. Vidal, K. Dogan. 2002. Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms. Eur. J. Oper. Res. 143 1-18
10. Hall, N. G., C.N. Potts. 2005. The coordination of scheduling and batch deliveries. Ann. Oper. Res. 135 41-64
11. Kaminsky, P., D. Simchi-Levi. 2003. Production and distribution lot sizing in a two stage supply chain. IIE Trans. 35 (11) 1065-1075
12. Melo J, Peidro, D., Diaz-Madroneo, D., Vicens, E. Mathematical programming models for supply chain production and transport planning. European Journal of Operational Research 204 (2010) 377-390
13. Ozguven C., L. Ozbakir, Y. Yavuz. 2010. Mathematical models for job-shop scheduling

problems with routing and process plan flexibility. Applied Mathematical Modelling 34, 1539-1548

14. Park, Y.B., 2005. An integrated approach for production and distribution planning in supply chain management. International Journal of Production Research 43, 1205-1224

15. Pundoor, G., Z-L. Chen. 2005. Scheduling a production-distribution system to optimize the tradeoff between delivery tardiness and total distribution cost. Naval Res. Logist. 52 571-589

16. Selim, H., Am, C., Ozkarahan, I., 2008. Collaborative production-distribution planning in supply chain: a fuzzy goal programming approach. Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review 44, 396-419

17. Shen Z.-L. M., Coullard C., Daskin M.S. A joint location-inventory model // Transportation Science. 2003. Vol. 37, № 1. - P. 40-55

18. Van Hoesel, S. H.E. Romeijn, D.R. Morales, A.P.M. Wagelmans. 2005. Integrated lot-sizing in serial supply chains with production capacities. Management Sci. 51 (11) 1706-1719

19. Vidal, C., Goetschalckx, M.: Strategic production-distribution models: a critical review with emphasis on global supply chain models. Eur J Oper Res 98, 1-18 (1997)

20. Wolsey, L. A. 2006 Lot-sizing with production and delivery time windows. Math. Programming Ser. A 107 471-489

21. Ivanov D. Supply Chain Management. - St. Petersburg.: Publishing House of the Polytech. University Press, 2009. - 600c.

22. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. Per. from English. - St. Petersburg: Piter, 2004. 316.

23. Khairov, BG Formation of government relations and business organizations in the region on the principles of logistics management // Herald SibADI. -2012. - № 25.

24. Khairova SM The concept of logistics in the global economy // Bulletin. Samar. State. Economics. Acad. - Samara, 2004. - № 3 (15). - P.49-51

25. Khairova SM Logistics services in Russia // Math. Samar.nauch. the center of Russia. Acad. Science. Presidium of the Russian Academy of Sciences CUP. Spec. MY. "Actual problems of the economy." - Samara: Publishing House of Samar. Scientific. Center of RAS, 2003. - May. - S. 21-23.

26. Khairova SM. Problems of integration of logistics services // Math. Samar.nauch. the center of Russia. Acad. Science. Presidium of the Russian Academy of Sciences CUP. Spec. MY. "Actual problems of the economy." - Samara: Publishing House of Samar. Scientific. Center of RAS, 2003. - DEC. - S. 126-129.

*Хаирова Саида Миндуалиевна - доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Управление качеством и сервис». Основное направление научных исследований – логистика, маркетинг, сервис, инновации; общее количество публикаций – 107; адрес электронной почты - saida\_hairova@mail.ru*

УДК 657.479

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ КАК ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И УЧЕТНАЯ КАТЕГОРИИ

О. В. Шурыгина

**Аннотация.** В данной статье излагаются сущность и классификация экологических затрат. Приводятся статистические данные об экологических затратах. Рассматривается бухгалтерский учет экологических затрат с позиций институционализма и раскрывается институциональная среда бухгалтерского учета экозатрат макро - и микроинститутов

**Ключевые слова:** охрана окружающей среды, экологические затраты, природоохранные затраты, бухгалтерский учет.

### Введение

Усиление требований российского и международного законодательства в области охраны окружающей среды, развитие экономических инструментов в сфере природопользования приводит к тому, что у российских компаний увеличиваются экологические затраты. По данным В. И. Бобошко «10 % текущих расходов компаний относится к природоохранным мероприятиям и рассматривается как вклад в окружающую среду» [1].

Важное теоретическое и прикладное значение приобретают сегодня конкретизация и логическое соотношение понятийного аппарата: «экологические затраты» или «природоохранные затраты». Уточнение этих понятий должно способствовать устранению терминологических разночтений идентичных дефиниций в разных видах учета и, что очень важно, в разных сферах экономической информации.

### Основная часть

По мнению А. К. Васильева «экологические затраты представляют собой выраженную в стоимостной форме совокупность всех видов ресурсов, необходимых для осуществления природоохранной деятельности предприятия» [2].

На наш взгляд, наиболее удачно определение экологических затрат сформулировано учеными Поповой Е. Л., Морозовой Е. В., в соответствии с которым, экологические затраты – это «затраты (материальные, трудовые, финансовые) предприятия, связанные с природоохранными мероприятиями, осуществляемыми перед началом или в течение производственного процесса, включаемые в себестоимость продукции или аккумулирующиеся в стоимости природоохранных объектов» [3]. Как видим, авторы в самом определении уточняют порядок возникновения таких затрат, а также порядок их учета.

Доцент А. С. Алимов оперирует понятием «природоохранные затраты». Он пишет: «под природоохранными затратами понимаются общественно необходимые расходы на функционирование природоохранных объектов хозяйственных отраслей, сохранение качества среды жизни и на общее поддержание природно-ресурсного потенциала территории, выделяя при этом собственно экологические затраты предприятий, дополнительные экологические затраты и затраты специализированных организаций» [4].

Следует отметить, что экологические затраты попадают под статистическое наблюдение. В статистике эти затраты называются затратами на охрану окружающей среды – общая сумма расходов государства (бюджетов Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований), предприятий (организаций, учреждений), имеющих целевое или опосредованное природоохранное значение, которая включает как целевые капитальные вложения, текущие (эксплуатационные) затраты, затраты на капитальный ремонт, так и операционные бюджетные расходы по содержанию государственных структур, основная деятельность которых связана с охраной окружающей среды. В объем природоохранных затрат также входят расходы: на содержание государственных природных заповедников и национальных парков, на охрану и воспроизводство животного мира, на научные исследования и разработки, на образование в сфере охраны окружающей среды и др.

Общие расходы на охрану окружающей среды в сумме 412014 млн. руб. в России в 2011 году складывались из прямых инвестиции в основной капитал, текущих расходов, капитального ремонта основных средств, затрат органов исполнительной власти на содержание аппарата,

занимающегося вопросами охраны окружающей среды, затрат на научные исследования и разработки, а также затрат на образование в сфере охраны окружающей среды (табл. 1).

Наибольший удельный вес в общей сумме затрат в 2011 году занимали затраты, связанные с очисткой сточных вод (47,83 %), второе место – затраты, связанные с охраной атмосферного воздуха (21,45 %), затем следовали прочие экологические затраты (11,07 %) (рис. 1).

Таблица 1 – Затраты на охрану окружающей среды<sup>1)</sup> в фактически действовавших ценах; миллионов рублей)

	2005	2008	2009	2010	2011
Объем затрат на охрану окружающей среды - всего	233930	368627	343368	372382	412014
в том числе по направлениям природоохранной деятельности:					
охрана атмосферного воздуха	53765	76773	60101	80071	88362
очистка сточных вод	105369	159299	162175	169152	197073
обращение с отходами	22739	40326	38806	41510	44172
защита и реабилитация почвы, подземных и поверхностных вод	13444	27321	18696	17219	23435
сохранение биоразнообразия и среды обитания	12542	26597	21463	22975	13381
прочие	26071	38311	42127	41455	45591
Объем затрат на охрану окружающей среды в процентах к ВВП	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8

<sup>1)</sup> Включают прямые инвестиции в основной капитал, текущие расходы, капитальный ремонт основных фондов, затраты органов исполнительной власти на содержание аппарата, занимающегося вопросами охраны окружающей среды, затраты на научные исследования и разработки, а также затраты на образование в сфере охраны окружающей среды.

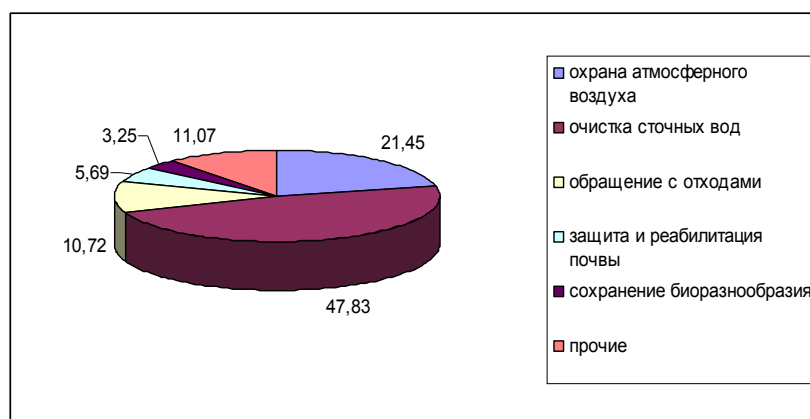


Рис. 1. Структура общих расходов на охрану окружающей среды в РФ в 2011 году

В целях статистики затраты на охрану окружающей среды подразделяются на две группы: 1) текущие затраты на охрану окружающей среды; 2) инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды (рис. 2).



Рис. 2. Классификация экологических затрат в целях статистики

К текущим затратам на охрану окружающей среды относятся все расходы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, осуществляемые за счет собственных или заемных средств предприятия, либо средств государственного бюджета. Сюда относятся следующие затраты: по содержанию и эксплуатации основных фондов природоохранного назначения; на мероприятия по сохранению и восстановлению качества природной среды, нарушенной в результате производственной деятельности; на мероприятия по снижению вредного воздействия производственной деятельности на окружающую среду; по обращению с отходами производства и потребления; на организацию

контроля за выбросами (сбросами), отходами производства и потребления в окружающую среду и за качественным состоянием компонентов природной среды; на научно-исследовательские работы и работы по экологическому образованию кадров. Не включаются средства, выплаченные другим предприятиям (организациям) за прием и очистку сточных вод, хранение и уничтожение отходов, а также амортизационные отчисления, начисленные на основные фонды по охране окружающей среды.

Текущие расходы на охрану окружающей среды в 2011 году составляли 222599 млн. руб., что на 29136 млн. руб. больше, чем в 2010 году (таблица 2).

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Таблица 2 – Текущие затраты на охрану окружающей среды<sup>1)</sup> (в фактически действовавших ценах; миллионов рублей)

	2000	2005	2008	2009	2010	2011
Всего	67255	142655	183905	183655	193463	222599
В том числе:						
на охрану и рациональное использование водных ресурсов	40263	84895	103490	112840	110122	124447
на охрану атмосферного воздуха	17458	33751	43393	32911	43351	51094
на охрану окружающей среды от загрязнения отходами производства и потребления	7767	19954	30507	30531	32904	38128
на рекультивацию земель	1767	4055	6515	7373	7086	8929

<sup>1)</sup> Без средств, выплаченных другим предприятиям (организациям) за прием и очистку сточных вод, за прием, хранение и уничтожение отходов, начиная с 2008 г. – без амортизационных отчислений.

Наибольший удельный вес в сумме текущих расходов на охрану окружающей среды в 2011 году занимали затраты, связанные с охраной и рациональным использованием водных ресурсов (55,91 %), второе место – затраты на охрану атмосферного воздуха (22,95 %), на третьей позиции – затраты на охрану окружающей среды от загрязнения отходами производства и потребления (17,13 %).

К инвестициям в основной капитал, направленным на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, относятся затраты на строительство и реконструкцию объектов, которые приводят к увеличению первоначальной стоимости объекта

и относятся на добавочный капитал организации, приобретение машин, оборудования, транспортных средств и т.д. Данные о вводе в действие природоохранных мощностей и объектов включают ввод за счет строительства и реконструкции действующих предприятий. Введенные в действие мощности и объекты показываются в размерах, указанных в разрешениях на ввод объектов (мощностей) в эксплуатацию, оформленных в установленном порядке, в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности.

Таблица 3 – Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов<sup>1)</sup> (в фактически действовавших ценах; миллионов рублей)

	2000	2005	2008	2009	2010	2011
Инвестиции в основной капитал - всего	22339	58738	102388	81914	89094	95662
в том числе на:						
охрану и рациональное использование водных ресурсов	8251	26143	45696	39219	46025	46610
охрану атмосферного воздуха	7946	19839	27542	23242	26127	27882
охрану и рациональное использование земель	3520	9206	17749	11045	9340	13785
охрану окружающей среды от загрязнения отходами производства и потребления	2237	2988	8136	7092	6276	4505
другие мероприятия	385	562	3265	1316	1326	2880

Следует отметить, что сегодня приоритетными показателями остаются данные бухгалтерского (финансового, управленческого и налогового) учета предприятий, в которых экологические аспекты не выражены совсем, либо представлены слабо и бессистемно. Отсутствуют и соответствующие методики организации экологического учета хозяйствующих субъектов. Будучи новым направлением, экологический учет сталкивается с рядом принципиальных сложностей. Первоочередной задачей в области развития экологического учета является разработка теоретических основ в рамках современной концепции бухгалтерского учета. На встрече с представителями неправительственных экологических организаций 8 июня 2011 года, Президент Российской Федерации Д. А. Медведев поддержал идею о включении экологической информации в стандарт публичной отчетности предприятий [5].

В экономической литературе в последние десятилетия появились публикации, посвященные вопросам бухгалтерского учета затрат на охрану окружающей среды. Данные аспекты нашли свое отражение в научных трудах таких российских ученых-экономистов, как: С. А. Алимова, А. Н. Брылева, В. Г. Гетьмана, Т. А. Деминой, Т. Б. Кувалдиной, Л. В. Сотниковой, Л. З. Шнейдмана и др.

Учет экологических затрат как объект научного познания может рассматриваться с различных позиций, в т.ч. с позиций институционализма, важнейшим звеном которого являются институты. Следует отметить, что в настоящее время институциональные теории редко используются при изучении феномена бухгалтерского учета. Исключением являются научные исследования в этой области профессоров Л. А. Чайковской [6], В. В. Панкова [7], Т. Б. Кувалдиной [8], доцентов С. Н. Поленовой [9], Е. Ю. Вороновой [10].

Использование институционального подхода, как руководящего теоретического принципа, в исследовании учета затрат объясняется тем, что он позволяет не ограничиваться анализом экономических категорий, а включать в анализ институты, учитывать внеэкономические факторы и как следствие, объяснять современное состояние и перспективы развития методологии бухгалтерского учета затрат. Игнорирование ведущей роли институтов в условиях развитого индустриального общества и формирующейся экономики знаний обуславливает возникновение кризисных ситуаций в экономике

в целом. Однако это имеет непосредственное отношение и к предприятию, поскольку внешняя среда и предприятие находятся в тесной взаимозависимости друг от друга.

На бухгалтерский учет затрат оказывает влияние институциональная среда, которая при всем многообразии институциональных условий в каждой конкретной стране доминирует как определенная модель, отражающая уровень развития экономики, социальные, культурные и исторические особенности. Институциональная среда бухгалтерского учета представлена макро- и микроинститутами (рис. 3.). *Под институтами бухгалтерского учета* мы понимаем совокупность формальных и неформальных правил, требований и норм, формирующих модель учета, которая координирует действия учетных работников, участвующих в процессе ведения учета и через них воздействует на управление компании в целом.

Важнейшими институтами, формирующими внешнюю институциональную среду и оказывающими существенное влияние на методологию учета затрат являются институт права и институт экономики, которые прежде всего устанавливают нормативные рамки, обязательные для всех экономических агентов. Внутренняя институциональная среда испытывает влияние той же внешней среды, но компании занимают активную позицию, в том смысле, что могут оказывать воздействие на институциональную структуру среды ближайшего окружения через установление своих правил и норм по учету затрат, выгодных для компании. Эта ситуация, как правило, через систему налоговых потоков тут же сказывается на состоянии региональной экономики и движется по вертикали выше. Кроме того, через применение выгодных для компании норм, искажается информация, представляемая в бухгалтерской отчетности, в результате чего со стороны инвесторов принимаются неверные инвестиционные, кредитные и иные аналогичные решения по распределению ресурсов и оценке качества управления.

В исходном пункте находится проблема реформирования бухгалтерского учета согласно МСФО. Далее вводится формальная норма, провозглашенная в Программе реформирования бухгалтерского учета от 06.03.98 г. № 283 и реализуемая в дальнейшем через введение новых положений по бухгалтерскому учету, в основу которых были положены МСФО. Прецеденты

представляют собой разные случаи восприятия формальной нормы (усвоение, изменение, отторжение). В результате появления формальной нормы возникли силы поддержки в лице соответствующих органов и силы противодействия в лице хозяйствующих субъектов. Практика показала, что силы поддержки превосходят силы противодействия, и лояльное восприятие института МСФО становится нормой, усваивается и входит в практику. Подтверждением является принятие нескольких юридически значимых документов, устанавливающих обязанность определенных хозяйствующих субъектов формировать отчетность согласно принципам МСФО:

- Федеральный закон от 27.07.2010 № 208-ФЗ (ред. от 29.12.2012) «О консолидированной финансовой отчетности»;

- Постановление Правительства РФ от 25.02.2011 № 107 (ред. от 27.01.2012) «Об утверждении Положения о признании Международных стандартов финансовой отчетности и Разъяснений Международных стандартов финансовой отчетности для применения на территории Российской Федерации»;

- Приказ Минфина России от 25.11.2011 № 160н (ред. от 18.07.2012) «О введении в действие Международных стандартов финансовой отчетности и Разъяснений Международных стандартов финансовой отчетности на территории Российской Федерации».

### **Заключение**

Несмотря на то, что, в специальной литературе уже ни один год идет становление научного анализа проблем, связанного с бухгалтерским экологическим учетом, следует отметить, что многие его теоретические и практические вопросы еще не решены.

Важное теоретическое и прикладное значение приобретают сегодня конкретизация и логическое соотношение понятийного аппарата: «экологический учет», «бухгалтерский экологический учет», «управленческий экологический учет»? «экологические затраты в целях бухгалтерского учета». Уточнение этих понятий должно способствовать устранению терминологических разночтений идентичных дефиниций в разных видах учета и, что очень

важно, в разных сферах экономической информации.

### **Библиографический список**

1. Бобошко, В. И. Принципы экологического управления в экономике малого бизнеса. – М.: РЫФИА, НИА-Природа, 2002. – 192 с.
2. Васильев, А. К. Бухгалтерский учет экологических затрат предприятия / А. К. Васильев // Бухгалтерский учет. – 2007. – № 20.
3. Попова, Е. Л. Учет затрат на охрану окружающей среды / Е.Л. Попова, Е. В. Морозова // <http://www.rae.ru/forum2012/21/1799>.
4. Алимов, С. А. Управленческий учет и анализ экологических затрат промышленных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук / С. А. Алимов. – Орел, 2006.
5. <http://news.kremlin.ru/transcripts/11505/>
6. Чайковская, Л. А. Современные концепции бухгалтерского учета (теория и методология): автореф. дис. ... д-ра экон. наук / Л. А. Чайковская. – Москва, 2007.
7. Панков, В. В. Институциональный подход и теория учета / В. В. Панков // Бухгалтерский учет. – 2008. – № 1.
8. Кувалдина, Т. Б. Теория и методология системы учета затрат, ориентированной на требования МСФО, в условиях динамичной рыночной среды: автореф. дис. ... д-ра экон. наук / Т. Б. Кувалдина. – Орел, 2010.
9. Поленова, С. Н. Институционализм в регулировании бухгалтерского учета и отчетности // Международный бухгалтерский учет. – 2011. – № 23.
10. Воронова, Е. Ю. Влияние институционального изоморфизма на учетный процесс / Е.Ю. Воронова // Аудиторские ведомости. – 2008. – № 6.
11. Олейник, А. Изменения институтов во времени: эволюция и революция / А. Олейник // Вопросы экономики. – 1999. – № 7.

### **ENVIRONMENTAL COSTS AS ECONOMIC AND ACCOUNTING CATEGORY**

O. V. Shurygina

In danoy state raskryvaetsya essence and Classification of environmental zatrat. Given statisticheskie dannye environmental zatrat. We consider the accounting of environmental costs in terms of institutionalism and institutional environment is disclosed accounting ekozatrat macro and mikroinstitutov

**Keywords:** environmental protection, environmental costs, environmental costs, accounting.



ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СРЕДА БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА

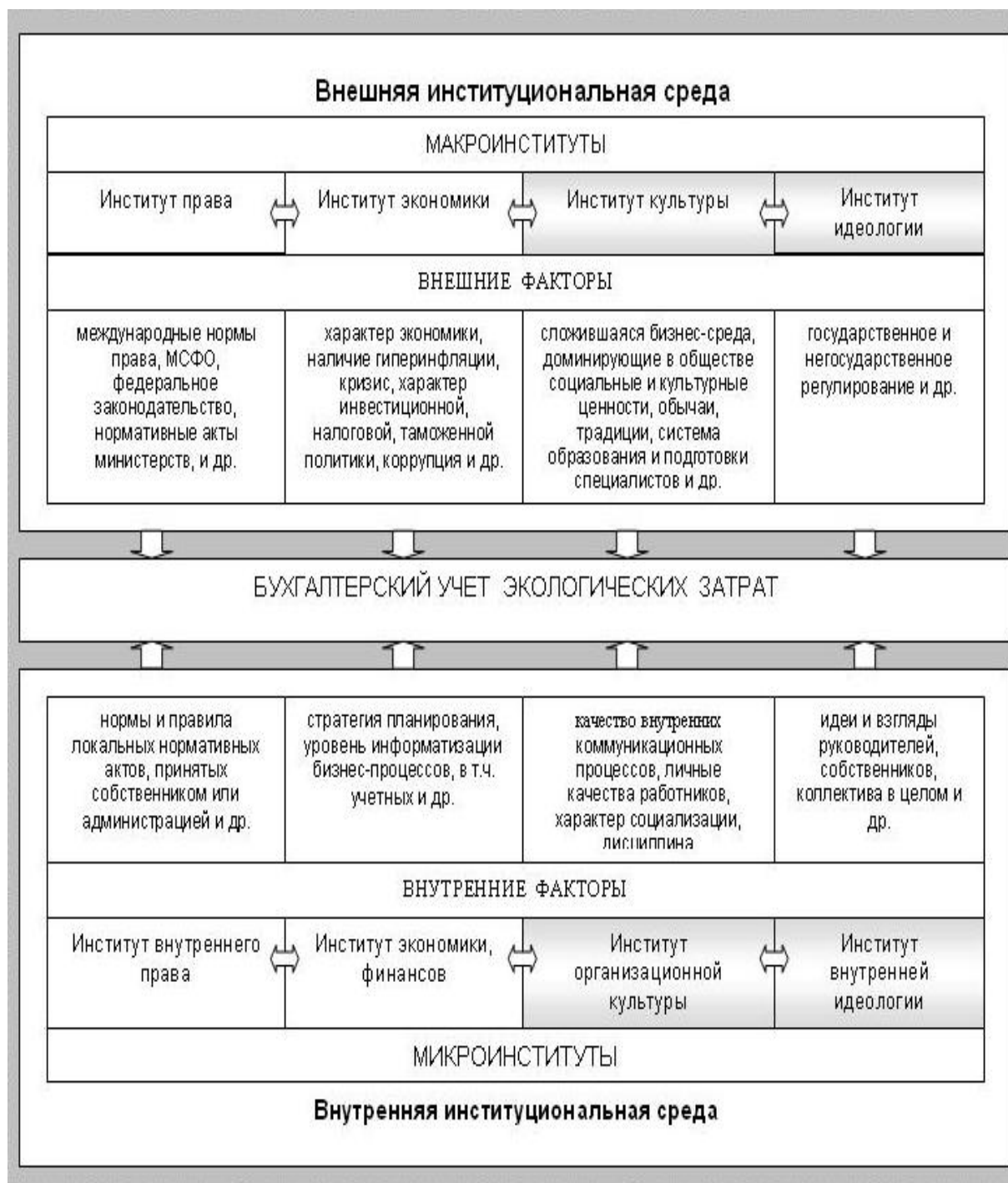


Рис. 3. Институциональная модель бухгалтерского учета экологических затрат

**Bibliographic list**

1. Boboshko V. I. Principles of environmental economics in upravleniya malogo biznesa. - Moscow: RYFIA, NIA-Priroda, 2002. – 192 p.  
 2. Vasilev, A. K. Buhgaltersky of environmental zatrat enterprise / A. K. Vasilev / / Buhgaltersky account. – 2007. – № 20.

3. Popova, E. L. Accounting zatrat nA ohranu environmental systems / EL Popova, EV Morozova / / <http://www.rae.ru/forum2012/21/1799>.  
 4. Alimov, S. A. Upravlenchesky accounting and environmental analiz zatrat industrial enterprises avtoref. dis. ... Kand. Economics. nauk / SA Alimov. – Eagle 2006.  
 5. <http://news.kremlin.ru/transcripts/11505/>

6. Chaykovskaya, L. A. Modern concepts buhgalterskogo ucheta (theory and methodology): avtoref. dis. Dr. RA ... Economics. nauk / L. A. Chaykovskaya. - Moskva, 2007.
7. Pankov, V. Institutsionalny approach and the theory ucheta / V. Pankov // Buhgaltersky account. – 2008. – № 1.
8. Kuvaldina, T. B. Theory and Methodology of ucheta zatrat, orientirovannoy nA trebovaniya IFRS in dinamichnoy market environment: avtoref. dis. Dr. RA ... Economics. nauk / T. B. Kuvaldina. - Eagle, 2010.
9. Kuvaldina T. B. Accounting for the costs of environmental measures // Accounting. – 2011. – № 4.
10. Polenova, S. N. Institutsionalizm in regulirovanii buhgalterskogo ucheta and reporting / / Mezhdunarodny buhgaltersky account. – 2011. – № 23.
11. Voronova, E. Influence institutsionalnogo izomorfizma nA accounting process / E. J. Voronova // Auditorские statements. – 2008. – № 6.
12. Oleinik, A. Institutional changes through time: evolution and revolution / A. Oleynik // Problems of Economics. – 1999. – № 7.
- Шурыгина Оксана Викторовна – аспирант кафедры «Финансы, кредит, бухгалтерский учет и аудит» (ОМГУПС), основное направление научных исследований: адаптация различных систем бухгалтерского учета и их соответствие международным стандартам, проблемы учета затрат, учет экологический затрат, 10 публикаций; e-mail: oxana.sh@mail.ru*

УДК 656. 338.47

### МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИЕЙ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Л. В. Эйхлер, Е. И. Кузнецова

**Аннотация.** В настоящее время инновационное развитие экономики России является ключевым условием ее конкурентоспособности на мировом уровне. Становится актуальным изучение вопросов определения эффективности реализации инновационной деятельности предприятий различной отраслевой направленности, что, в свою очередь, обуславливает необходимость применения различных подходов к формированию механизма управления и внедрения инноваций для предприятия.

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, механизм разработки и внедрения инноваций, формирование и развитие инновационной деятельности.

#### Введение

В современных условиях формирования и развития экономики знаний, происходят значительные структурные изменения связанные со становлением механизма управления процессом реализации инновационной деятельности как на федеральном уровне, так и на уровне предприятий. Данный механизм как организационно-экономическая система управления инновационной деятельностью, должна способствовать осуществлению и поиску инновационных решений, выполняя функцию рычага, регулирующего и стимулирующего развитие инновационного, инвестиционного и финансового потенциала предприятия.

Проблематика системы организации экономического механизма требует дальнейшего рассмотрения в рамках экономических исследований научно-технологического прогресса, в области практического применения инноваций являющихся материализацией новых идей,

знаний, открытий и разработок с целью их коммерческой реализации для удовлетворения спроса потребителей. Представленная система реализации механизмов эффективного управления инновациями представлена авторами далее в статье.

#### Основная часть

Термин «инновация» активно используется и для обозначения схожих родственных понятий таких как инновационная деятельность, инновационный процесс, инновационные решения, являющихся компонентами системы реализации инновационных механизмов в сфере управления. При этом инновации можно обозначить как воплощение потенциального научно-технического прогресса в реальный, воплощенный в новых продуктах и технологиях, внедряемых с помощью рационально разработанного и подобранного механизма, предусматривающего специфику деятельности каждого отдельного предприятия.

При выполнении конкретных функций и направлений совершенствования экономической эффективности работы предприятий, используются различные механизмы, появляются новые, корректируются уже существующие и действующие, применяемые в конкретных отраслях экономики. Под экономическим механизмом в общем случае понимают совокупность методов и средств воздействия на экономические процессы, их регулирования. Их отличия обусловлены спецификой каждого типа инноваций, а также конкретно взятой отрасли экономики [1]

Ниже приведена классификация элементов механизма использования инновации с учетом возможности использования различных этапов протекания инновационных процессов. Данные инструменты нужно применять, когда необходимо осуществить разработку и внедрение инновации в общем виде, при этом корректируя систему под конкретно взятое предприятие.

Из представленной в таблице 1 системы инновационных механизмов, рассмотрим механизм организации инновационной деятельности.

Таблица 1 - Система реализации механизмов управления инновациями

Организационные формы инновационной деятельности	Финансирования и стимулирования инноваций	Разработки и внедрения инноваций	Технологического трансферта	Интеллектуальной собственности
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Создание малых инновационных групп в системе управления организацией</li> <li>- Выделение инновационных групп в качестве самостоятельного бизнеса</li> <li>- Поглощение инновационных групп крупными корпорациями</li> <li>- Рыночная инновационная интеграция</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Собственный капитал организации</li> <li>- Государственная поддержка</li> <li>- Кредитование коммерческими банками</li> <li>- Налогообложение</li> <li>- Ценообразование</li> <li>- Учет затрат на НИОКР</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Поиск</li> <li>- Разработка</li> <li>- Внедрение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Получение</li> <li>- Накопление</li> <li>- Использование технологий по результатам форм прямого и косвенного трансфера</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Создание</li> <li>- Коммерциализация</li> <li>- Распространение интеллектуального продукта</li> </ul>

Механизм организации инновационной деятельности предполагает способы формирования и организации структур, осуществляющих инновационные процессы. Формами представления механизма является: создание, выделение, поглощение и рыночная интеграция.

Далее мы более подробно рассмотрим особенности и возможности рационального применения указанных ранее форм по реализации механизма внедрения инноваций.

Наибольшее значение процессы создания инновационных организаций оказывают на предприятиях на которых уже существует система управления инновациями или ее планируется создавать.

Данные о количестве предприятий использующие этот механизм, от общего числа обследованных организаций, по субъектам Российской Федерации представлены на (см.рис.1.)

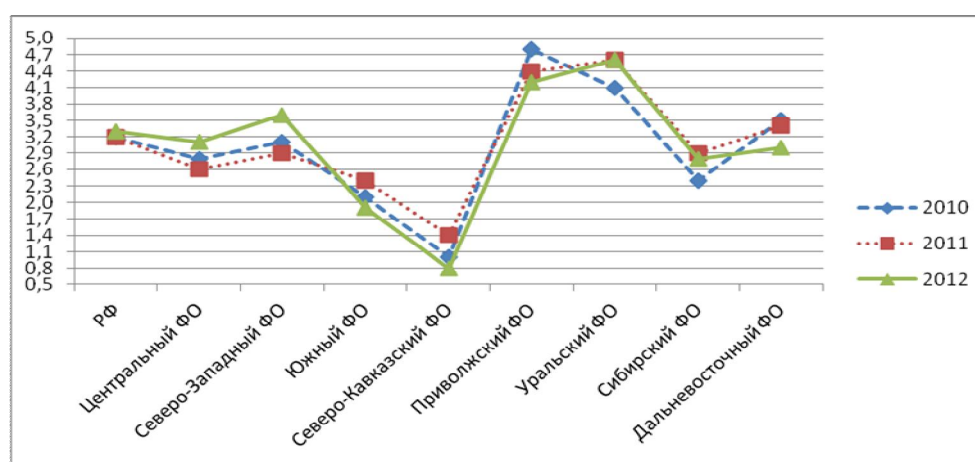


Рис. 1. Удельный вес организаций, осуществляющих организационные инновации

Для развития транспортной отрасли на сегодняшний день существуют многие нерешенные вопросы, в том числе выбора путей перехода к инновационной модели развития, стимулирования инновационного и инвестиционного процессов, определения их источников финансирования. Для успешного функционирования предприятий, в том числе и на транспорте возникает необходимость в разработке механизмов организации инновационной деятельности [2].

Данные о количестве предприятий в России, использующих различные организационные инновации (см. рис.1.) свидетельствуют о росте возможности и увеличении количества организаций, идущих по пути инновационного развития нашей страны, видящих потенциал этого направления [3].

Можно сделать вывод что актуальность рассмотрения вопроса касающегося способов формирования и организации структур осуществляющих инновационные процессы высока, поэтому необходимо более подробно рассмотреть случаи и условия при которых применение представленных механизмов позволит улучшить эффективность работы предприятия в целом.

Процессы создания новых инновационных организаций особенно важны на стадии когда на предприятии планируется создать или уже существует сложная система управления инновациями. Повышение эффективности инновационной деятельности с помощью новых инновационных подразделений и единиц, способствует формированию новых направлений деятельности на предприятии, при этом значительно повысит конкурентоспособность инновационных

предприятий в определенной сегменте рынка.

Представленный организационный инновационный механизм позволяет:

- удешевить процесс разработки и внедрения;
- обеспечивает выполнение работ в короткий срок;
- сконцентрировать под единым руководством специалистов различных профилей.

При этом создаваемые инновационные единицы могут существовать на постоянной или временной основе. Представляя собой организационные формирования, создаваемые на определенный срок разработки и внедрения новшеств. Эти подразделения объединяют различных специалистов на срок разработки и внедрения нововведения, при этом руководство над проведением проекта переходит руководителям соответствующих постоянных подразделений, либо направленных на работу во временную структуру для проведения работ по определенной специализации.

На постоянной основе создаются научно-технические подразделения они не имеют хозяйственной самостоятельности и их деятельность осуществляется за счет бюджета компании в целом. Эти подразделения могут быть децентрализованными и ориентированными на конкретные производственные единицы, либо — централизованными и подчиняться непосредственно руководству компании. Одной из главных особенностей руководящей при создании этого подразделения в том, что они передают свои разработки в производство напрямую без установления внутренних рыночных

механизмов, что значительно упрощает и ускоряет процесс выпуска продукта на рынок.

Процесс **поглощения** крупной компанией небольших инновационных фирм, деятельность которых входит в круг интересов этой компании. Данный механизм предполагает осуществление больших единовременных затрат, но приводит к значительному сокращению сроков выхода с новым продуктом на рынок. В большинстве случаев не обладающие достаточными средствами для развития своей деятельности, небольшие фирмы становятся инициаторами поглощения. Использование данного механизма позволяет достигнуть синергетического эффекта от объединения инновационных достижений.

Механизмом, дополняющим, этот способ является рыночная инновационная интеграция. При которой установление тесных связей между крупной компанией и малыми инновационными фирм, основаны на создании долгосрочных договорных отношений. В этом случае инновационные фирмы сохраняют свою самостоятельность, но попадают в сферу рыночных производственных связей крупной компании.

**Выделение** — механизм, с помощью которого создаются самостоятельные инновационные компании, ранее бывшие частью целостных производственных образований. Этот механизм целесообразно реализовывать, когда образуется новое направление деятельности, не связанное с основной специализацией компании [4]

**Рыночная интеграция** — конечный результат инновационной деятельности, осуществляющий реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, пользующийся спросом потребителей. Интегрирующая (комплексная) рыночная инновация — получена за счет использования (интегрирования) оптимального набора (комплекса) ранее накопленных и проверенных в мировой практике достижений [5].

Существуют различные мотивы рыночной интеграции, использование которых обеспечивает предприятиям эффективное функционирование в условиях конкурентной среды. Представленные мотивы активизируют использование дополнительных возможностей и способствуют использованию комплексного подхода по продвижению инновационных

технологий на рынке, при этом снижая потери от негативного воздействия микро и макро среды, воздействующих на предприятие. Возможности использования данного комплекса процедур рыночной интеграции, включают:

- 1) Стратегические:
    - приспособление к конъюнктуре рынка;
    - заинтересованность в координации рыночной деятельности;
    - освоение новых рынков;
    - получение синергетического эффекта от взаимодействия.
  - 2) Организационно-экономические:
    - собственная единая инфраструктура;
    - оптимизация бизнес-процессов;
    - экономия на транзакционных издержках;
    - возможность реализации взаимовыгодных инвестиционных проектов и программ;
  - 3) Социальные:
    - сохранение квалифицированных рабочих кадров;
    - создание дополнительных рабочих мест;
    - формирование малого и среднего бизнеса;
  - 4) Техничко-экономические:
    - желание наиболее полно использовать имеющиеся производственные мощности и сохранить производственный потенциал;
    - альтернативные варианты использования сырья, материалов, технологии;
    - доступность и качество специализированного сервиса;
  - 5) Инвестиционные:
    - доступ к значительным финансовым и инвестиционным ресурсам, по средствам создания собственной финансовой инфраструктуры и консолидации различных источников инвестиций [6]
- С точки зрения теории самоорганизации, интеграция как управляемый процесс внутри системы, предполагает достаточно жесткую мотивационную составляющую [7]. Для развития теории интеграции применительно к экономике транспорта функции управления следует расширить и структурировать, усилив роль мотивации как движущей силы интеграции, а также определив место информационному обмену между элементами системы и внутренней средой, учитывая современный этап развития общества. При этом механизм управления интеграцией на групповом автомобильном транспорте (ГАТ) можно представить себе в виде методов, принципов и функций, отражающих стратегические интересы государства и частного автотранспортного бизнеса (рис. 2.)

Содержание экономического механизма управления интеграцией на ГАТ		
Общегосударственные интересы		
Миссия – построение цивилизованного рынка автотранспортных услуг для гармоничного развития национальной экономики		
Цель – снижение транспортной составляющей в издержках общественного производства за счет использования инноваций		
Методы	Принципы	Функции
Способы достижения цели	Правила, ограничения	Логическая последовательность действий
Экономического воздействия Планирование Прогнозирование Ценообразование Финансирование регулирование	Унификация ценообразования Материальной ответственности Материального стимулирования Доступности ресурсов	Межпроизводственный рейтинговый анализ потенциальных участников интеграционных процессов Исследование интенсивности и направленности интеграционных процессов Составление карты конкурентных преимуществ интеграции для каждого потенциального участника процесса интеграции Построение возможных вариантов реализации интеграционной стратегии для каждого потенциального участника Презентация проектных вариантов потенциальным участникам интеграционных схем Заключение соглашения
Социально-психологического воздействия Побуждение	Добровольности Гласности Прозрачности Обеспечения качества процесса Доступности информации	
Достижение максимальной конкурентоспособности бизнеса через снижение внутренних и внешних издержек		
Миссия – построение цивилизованного рынка автотранспортных услуг для гармоничного развития бизнеса		
Интересы частного бизнеса		

Рис. 2. Содержание экономического механизма управления интеграцией на ГАТ

**Заключение**

Исходя из вышеизложенного, своевременным и необходимым является дальнейшее совершенствование форм и методов разработки новых подходов, моделей и механизмов совершенствования структуры развития инновационного потенциала предприятий, обеспечения конкурентоспособного функционирования и обеспечения повышения эффективности хозяйственной деятельности путем интенсификации процессов экономического развития на инновационной основе.

Своевременное освоение и внедрение механизмов регулирования, расчета, поддержания нового или усовершенствованного продукта, услуги, реализуемого на рынке, позволит усовершенствовать работу как крупных, так и

небольших предприятий, на различных этапах их существования, при этом создавая и используя комплекс ранее накопленных и проверенных в мировой практике достижений и разработок, способствующий использованию альтернативных вариантов использования различных материалов, технологий и моделей[8].

**Библиографический список**

1. Современный экономический словарь. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б М.:ИНФРА-М, 2006
2. Рыженко Л. И. Инновации в сетях трансфера технологий: проблемы менеджмента // Менеджмент инноваций- 2011 - № 3. - С. 188-194.
3. Россия в цифрах. 2012: Крат. стат. сб./Росстат -М., 2012. -573 с.
4. Колоколов В. А. Инновационные механизмы функционирования

предпринимательских структур//Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. - №1. – С.95 – 104.

5. Овчинникова Т. И., Королев О. П., Абарина Е. В. Интеллектуально-инновационные перспективы развития предприятий // Менеджмент в России и за рубежом. – 2007. - № 3. – С. 3 – 9.

6. Агеев А., Громбал П. Стратегии, инновации, модели // Экономические стратегии. – 2007. - № 5-6. – С. 58 – 65

7. Эйхлер Л. В. Экономический механизм управления интеграционными процессами на автомобильном транспорте. // Вестник СибАДИ. – 2010. - № 4 (18) .- С. 94-88.

8. Бирюков В. В. Инновации и формирование конкурентных преимуществ автотранспортного предприятия// Вестник СибАДИ. – 2011. -№ 4 (22).- С. 64-67.

9. Джурабаев К. Т. Управление инновационными процессами // Вестник СибАДИ. – 2012. -№ 1 (23).- С. 94-97.

10. Карпов В. В. Организационно - экономический механизм производства инновационной продукции машиностроения в условиях развития кооперационных связей. – 2010. - № 34. – С.114-118.

### THE MECHANISM OF MANAGEMENT OF REALIZATION OF INNOVATIVE ACTIVITY AT THE LEVEL OF THE ENTERPRISE

L. V. Eihler , E. I. Kuznetsova

Nowadays the innovative development of Russian economy is a key condition of competitiveness at global level. There is actual studying of questions of determination of efficiency of realization of innovative activity of the enterprises of a various orientation, what, in turn, causes needs of application of different approaches to formation of the mechanism of management and introduction of innovations for the enterprise.

**Keywords:** innovative activity, mechanisms of researching and introduction of innovations, formation and development of innovative activities.

#### Bibliographic list

1. Modern economic dictionary. Raizberg B. A., Lozovskiy L. Sh., Starodubtseva E.V.M.:INFRA-M, 2006

2. Ryzhenko L. I. Innovations in networks of a transfer of technologies: management problems // Management of innovations, 2011..№3. p. 188-194.

3. Russia in figures. 2012: Short statistical collection./Rosstat-M., 2012/ -p.573.

4. Kolokolov V. A. Innovative mechanisms of functioning of enterprise structures//Management in Russia and abroad. – 2002. - №1. – p.95 – 104.

5. Ovchinnikova T. I., Korolev O. P., Abarina E. V. Intellectual and innovative perspectives of development of the enterprises // Management in Russia and abroad. – 2007. - № 3. – p. 3 – 9.

6. Ageeva A., Grombal P. Strategy, innovations, models // Economic strategies. – 2007. - № 5-6. – p. 58 – 65

7. Eikhler L. V. The economic mechanism of management of integration processes on the motor transport. // Vestnik SibADI – 2010. -№ 4 (18). – P. 94-98.

8. Biriukov V. V. Innovations and formation of competitive advantages of the motor transportation enterprise // Vestnik SibADI. – 2011. - № 4 (22). - P 64-67.

9. Dzhurabaev K. T. Management of innovative processes. K. T. Dzhurabaev, M.P. Vakorin, G. A. Barysheva // Vestnik SibAD. – 2012. - № 1(23). - P. 94-97.

10. Karpov V. V. The organizational and economic mechanism of production of innovative production of mechanical engineering in the conditions of development of cooperation communications // Today and tomorrow of Russian economy. 2012. p. 114-118.

*Кузнецова Екатерина Игоревна - аспирант Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), Основные направления научной деятельности экономического: Механизм инноваций в сфере организации инновационной деятельности, инновации, повышение эффективности деятельности предприятий транспорта. Общее количество опубликованных работ: 5. e-mail: kei150621@gmail.com*

*Эйхлер Лариса Васильевна - канд. экон. наук, профессор зав. кафедрой «Экономика и управление предприятием» (ЭиУП) Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: повышение экономической эффективности деятельности автотранспортного комплекса. Общее количество опубликованных работ: 120. e-mail: kaf\_eup@sibadi.org*

УДК 332.1

## ВОИНСКИЙ ТРУД: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Р. Г. Смелик

**Аннотация.** Рассмотрены подходы к определению экономической категории «труд». Доказывается право воинской деятельности относиться к категории «труда». Представлено авторское представление о предмете, средствах, целях и субъектах воинского труда. Предложена авторская модель воинского труда.

**Ключевые слова:** труд, воинский труд, предмет воинского труда, средства воинского труда, военная услуга.

### Введение

Воинский труд относится к числу сложных и противоречивых видов человеческой деятельности, результат которой непосредственно затрагивает глобальные проблемы современности: война, мир, экологическая и экономическая безопасность, а в условиях ядерно-космической реальности – и существование самой цивилизации. Теоретическая сложность и высокая социальная значимость воинского труда обуславливают глубокий научный интерес к нему представителей многих наук.

С точки зрения логики, для доказательства права воинской деятельности относиться к категории «труд» необходимо проанализировать основные элементы этой деятельности и сравнить с общими характеристиками труда.

Федеральное законодательство определило военную службу как особый вид федеральной государственной службы, исполняемой гражданами в Вооруженных силах РФ, других войсках, воинских формированиях и органах [1]. Такое юридическое определение военной службы используется в большинстве публикаций по военно-экономической проблематике. Мы же считаем, что военную службу необходимо рассматривать в рамках одной из экономических категорий – труда. Если же быть точными в формулировках – как в воинский труд.

Мы опираемся на выводы ведущих ученых в области экономики труда.

В XIII веке великий богослов Фома Аквинский указывал, что человек обязан трудиться для своего существования. Цели труда состоят в удовлетворении потребностей. Но отдельный человек не может сам удовлетворить свои потребности. Поэтому Бог установил разделение труда и множество различных специальностей (см. [5. С. 52]).

Современными учеными подсчитано, что с 3600 года до н.э. и по наши дни на Земле лишь 294 года были мирными. За последние пять с половиной тысяч лет человечество испытало примерно 15 тысяч войн [2]. Таким образом, само существование человечества связано с разделением труда на мирный и воинский, так как потребность в вооруженной защите существовала всегда.

В XVI–XVIII вв. основной идеологией в экономике являлся меркантилизм. Поттер, Темпл, Борджиа, Бехер и другие авторы того периода открыто писали, что «...государственная власть должна обеспечивать монополии отечественных коммерсантов...на внешних рынках». Одним из основных средств в конкурентной борьбе считалась война (см. [5. С. 84]). То есть не просто утверждалось существование воинского труда как вида деятельности, а к такому труду предъявлялся повышенный спрос.

В XVIII в. Франсуа Кенэ, как символ учения физиократов, указывал, что подданные платят государству налоги, а оно обеспечивает охрану их жизни, имущества, прав и свобод. Физиократы делили труд на производительный и непроизводительный по участию в создании «чистого продукта» [5. С. 141]. Таким образом, воинский труд считался важным и весьма полезным для общества, хотя относился в категории непроизводительного.

Адам Смит в своем знаменитом труде «Исследование о природе и причинах богатства народов» не оставил без внимания воинский труд: «Богатство народа создается трудом и усилиями всей страны» (см. [5. С. 156]). То есть военные тоже трудятся над созданием богатства. Смит научно доказал, что национальный доход создается тремя классами – рабочими, землевладельцами и капиталистами. Ни чиновники, ни военные сами чистого продукта не создают. Их труд «может быть полезным, но он не является



производительным» (см [5. С. 163]). Смит различал производительный и непроизводительный труд исходя из того, создавал ли данный вид труда осязаемый материальный объект: «...Труд некоторых самых уважаемых сословий общества, подобно труду домашних слуг, не производит никакой стоимости и не закрепляется и не реализуется ни в каком длительно существующем предмете или товаре, могущем быть проданным, который продолжал бы существовать и по прекращении труда... Например, государь со всеми своими судебными чиновниками и офицерами, вся армия и флот представляют собой непроизводительных работников...» (см. [11. С. 279]). Но они создают условия для тех, кто производит. Таким образом, рассуждения А. Смита подтверждают, что воинская деятельность является трудом. Далее имеет смысл рассмотреть воинский труд через призму экономики труда, с помощью исследования социально-экономической категории «труд».

Крупнейший ученый в области экономики труда Карл Маркс в «Капитале» писал: «Всякий труд есть расходование человеческой рабочей силы в особой целесообразной форме...» [6. С. 55]. Таким образом, К. Маркс связывает «труд» с потреблением рабочей силы и целесообразностью с точки зрения общества.

Современные исследователи также неоднократно обращались к определению труда. «Потребление рабочей силы есть труд, то есть целесообразная деятельность человека, направленная на изменение предметов и сил природы в целях удовлетворения его потребностей» [9. С. 38]. Труд – «...процесс сознательной целесообразной деятельности человека, воздействия его на предметы природы с целью создания материальных и духовных благ для удовлетворения личных и общественных потребностей» [10. С. 512]. «...труд – это деятельность, направленная на производство определенных общественно полезных (или, по крайней мере, потребляемых обществом) продуктов: материальных или духовных» [14. С. 22].

Подчеркивается, что под трудом понимается целесообразная деятельность человека [3. С. 8]. Следует уточнить, что под целесообразностью понимается свойство процессов и явлений приводить к определенному результату, цели. Целесообразность в общественной жизни

выражается в создании новых условий, способствующих дальнейшему развитию общества, в деятельности людей, направленной на достижение определенных целей [13. С. 533]. Целесообразная деятельность может осуществляться с большей или меньшей результативностью и в различной форме (производственной и непроизводственной) через работу по найму или организацию своего предприятия, в домашнем хозяйстве. Но нельзя отнести к целесообразному тот вид деятельности, который дал отрицательный результат (исключение следует сделать для научных исследований). Целесообразным нельзя признать и труд, когда человек, используя криминальные способы (воровство, ограбления), добывает для себя средства существования.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что к основным социально-экономическим характеристикам категории «труд» необходимо отнести:

- целесообразность;
- направленность на удовлетворение потребностей;
- сознательность;
- потребляемость обществом;
- легитимность;
- востребованность.

Немаловажным для нас является то, что целесообразность осуществляется через работу по найму.

Основной методологический вывод ученых, работающих в военной области, заключается в том, что воинский труд правомерно рассматривать в следующих аспектах: социально-политическом, непосредственно-военном, социально-экономическом, физиолого-психологическом, нравственном, эстетическом. Эти аспекты раскрывают разные стороны воинского труда, его сущностные черты, которые взаимосвязаны и взаимообусловлены.

В военно-экономической литературе существует точка зрения, исключающая за воинской деятельностью право называться трудом. Ее сторонники по-разному аргументируют свою позицию. Одни считают, что поскольку воинская деятельность не связана с материальным производством, то она не может характеризоваться как труд. Другие отмечают, что понятие «труд» не может быть использовано применительно к деятельности, имеющей захватнический разрушительный характер.

Признавая право каждого исследователя на собственную точку зрения, мы разделяем в этой дискуссии позицию тех авторов, которые исходят из того, что: *воинский труд* – это неотъемлемая часть совокупного общественного труда, его специфическая подсистема, которая, во-первых, имеет общую с трудом физиологическую основу, хотя и не относится к сфере материального производства; во-вторых, что наиболее важно, характеризуется в своей основе признаками целесообразности и общественной потребности, с той лишь разницей, что последняя носит исторически преходящий характер.

Раскрывая социально-экономическое содержание воинского труда, необходимо охарактеризовать основные элементы воинского труда.

**Предмет воинского труда.** Имеет двойственный характер. В мирное время предметом воинского труда выступает боевая готовность, определяемая в научной литературе как «...способность войск в любых условиях обстановки начать военные действия в установленные сроки и успешно выполнять поставленные задачи». В боевой готовности аккумулируются результаты многогранной деятельности командиров, штабов, всего личного состава вооруженных сил, отражающие их способность выполнять свою основную социально-политическую функцию – надежно защитить Отечество от внешней опасности. Боевая готовность не может застыть на каком-то определенном уровне, не может носить временный характер. Содержание боевой готовности претерпевает изменения в зависимости от того, как изменяется военно-политическая социально-экономическая обстановка, совершенствуются оружие и боевая техника, формы и методы ведения боевых действий.

В военное время предметом воинского труда выступают личный состав, боевая техника, оружие агрессора, развязавшего войну против государства.

**Средства воинского труда.** Охватывают все многообразие боевой техники и оружия. Особенность средств воинского труда заключается в монофункциональном характере их применения, ограниченном исключительно сферой вооруженной борьбы. В наиболее общем виде они могут быть разделены на две большие группы: наступательные и оборонительные. Соотношение наступательных и оборонительных средств выступает критерием военно-политической

направленности вооруженных сил как политического и экономического военно-силового инструмента государства.

**Субъекты воинского труда** включают в себя все категории военнослужащих. Совокупным субъектом воинского труда в обществе выступают Вооруженные силы.

Цели воинского труда всегда носят двойственный характер. Носителем цели, связанной с реализацией конкретного вида воинского труда, является конкретный воин. Носителем конечной цели воинского труда всегда выступает государство.

Таким образом, сегодня в условиях глубокого реформирования армии и общества, военную службу необходимо рассматривать как «воинский труд». Специфические особенности данного вида труда выражены в характере и содержании воинского труда, подробному анализу которых посвящено наше дальнейшее исследование.

Но прежде, чем рассматривать характер и содержание воинского труда, необходимо определить, к какой сфере относится данный труд.

Цель любой трудовой деятельности реализуется в ее результате, т.е. в создании продукции. В условиях рыночной экономики продукция выступает в форме товаров, наполняющих различные виды рынка. Экономическая теория различает рынок товаров, предназначенных для индивидуального потребления, и рынок общественных товаров [8. С. 200]. К первому виду относятся товары, создаваемые и реализуемые конкурирующей рыночной системой: предметы потребления, средства производства, научно-технические разработки, рабочая сила и т.д. На товар данного рынка распространяется принцип исключения: те, кто не может или не хочет платить, не получают никаких выгод от данного товара.

Общественный товар (услуга) является неделимым, и на него не распространяется принцип исключения. Когда товар уже изготовлен, производитель лишен возможности помешать пользоваться его неделимыми благами тем, кто не платил за него. Общественный товар совершенно не исключается из потребления, т.е. потребители уверены, что при желании получат их обязательно, так как они реально присутствуют в человеческом общежитии. Общественные товары поступают любому члену общества, потребляются людьми не иначе, как коллективно (обществом). К

общественным товарам относятся сегодня товары, производимые государственным управлением, экологической службой, фундаментальной наукой, службами общественного порядка. [4]

Услуги, производимые воинским трудом, в полной мере относятся к общественному товару. Карл Маркс писал: «...солдат сберегает мне время, необходимое для самозащиты, и способствует развитию общей производительности труда» [7. С. 293]. Таким образом, результатом воинского труда является общественный товар «военная услуга». Наиболее характерная черта этого товара состоит в том, что каждый член общества в состоянии потребить столько «военной услуги», сколько достается всем.

Другими словами, объем индивидуального потребления равен совокупному общественному потреблению. Это качество «военной услуги» характеризует потребление, прямо не связанное с платежеспособным спросом совокупной массы индивидуальных потребителей [12]. Иначе, потребление общественного товара «военная услуга» не может быть объемно представлено рыночным размером платежных возможностей их потребителей. Носителем цели воинского труда всегда выступает государство.

Изложенные теоретические основы дают нам возможность построить модель воинского труда (рис. 1).

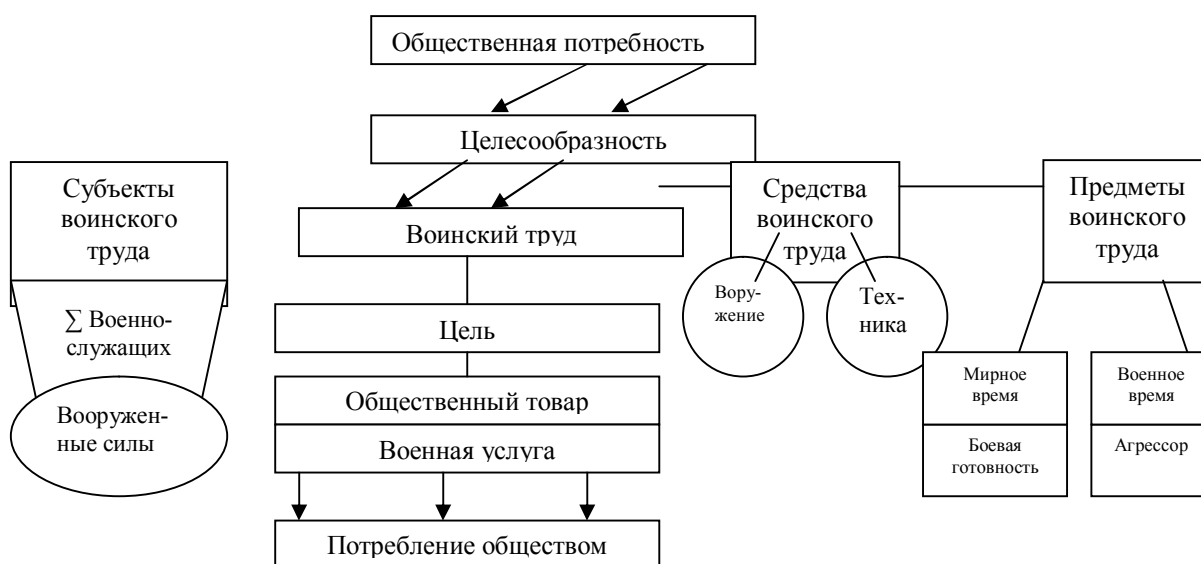


Рис 1. Модель воинского труда

### Заключение

Таким образом, рассматривая военную службу в условиях рыночной экономики как воинский труд, можно утверждать, что данный вид труда имеет все основные социально-экономические характеристики: характер труда, содержание труда, рабочую силу, цену рабочей силы, стоимость рабочей силы, рынок труда и ряд других.

### Библиографический список

1. Закон Российской Федерации «О воинской обязанности и военной службе» № 53-ФЗ (с доп. и изм. 2008 г.)
2. Армия и общество / Под ред. Н. А. Чалдымова и А. И. Черкашина – М.: Прогресс, 1990 – 432 с.
3. Еловигов Л. А. Социальная политика / ОмГУ – Омск, 2002 – 288 с.

4. Кузнецова О. П., Косьмин А. Д. Теоретические представления о роли государства в обществе и экономике / Проблемы современной экономики – 2013 - №1- С. 41-44.
5. Майбурд Е. М. Введение в историю экономической мысли – М.: Дело. 2006 – 544 с.
6. Маркс К. Капитал Т 1 – М.: Политиздат – 1998г – 891 с.
7. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т 26. ч. 2 – М.: Политиздат, – 1998 – 482 с.
8. Макконелл К. Р., Брю С. Л. Экономикс. Ч.2 / Пер. с англ. – М.: Республика, 1992 – 402 с.
9. Политическая экономия. Под ред. В. А. Медведева – М.: Политиздат – 1998г – 736 с.
10. Политическая экономия. Под ред. О. И. Ожерельева – М.: Политиздат. – 1990г – 607 с.
11. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. Т 1 – М.: Наука, 1935г – 462 с.

12. Федоров Г. С. Экономические основы жизнедеятельности человека / Военная мысль – 1992 – №2 – С. 77-80.

13. Философский словарь. / Под ред. И. Т. Фролова изд. 5-е – М.: Политиздат, 1986 – 590 с.

14. Экономика труда. Под ред. П. Э. Шлендера и Ю. П. Кокина – М.: Юристъ. 2002 – 592 с.

### MILITARY LABOUR: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASICS

R. G. Smelik

The definition of the economic category of "labor" is approached. It proves the right of military activity to belong to the category of "labor". It is presented the author's view of the subject, means, objectives and subjects of military labor. Author's model of military labor is proposed.

**Keywords:** labor, military labor, subject of military labor, objectives of military labor, military service.

### Bibliography list

1. The Russian Federation Law "On Military Duty and Military Service» № 53-FZ (with ext. And rev. 2008).

2. The Army and Society / Ed. N. A. Chaldymova and Al Cherkasina - M.: Progress, 1990 - 432 p.

3. Elovikov L. A. Social Policy / OmSU - Omsk, 2002 - 288.

4. Kuznetsova O. P., Kos'min A. D. Theoretical aspects of the role of government in society and the economy / Problems of a modern economy. - 2013, № 1. - p. 41-44.

5. Mayburd E. M. Introduction to the History of Economic Thought - M: Business. 2006 - 544 p.

6. Marx, Capital T 1 - M.: Politizdat - 1998 - 891 p.

7. K. Marx and F. Engels, Soch. T 26. Part 2 - M.: Politizdat - 1998 - 482 p.

8. K. R. McConnell, Brue S. L. Economics. Part 2 / Per. from English. - M.: Republic, 1992 - 402 p.

9. Political economy. Ed. V. A. Medvedev - M: Politizdat - 1998 - 736 p.

10. Political economy. Ed. OI Ozhereleva - M: Politizdat. - 1990 – 607p.

11. A. Smith, An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. T 1 – M.: Science, 1935 - 462 p.

12. Fedorov G. S. Economic foundations of human life / Military Thought - 1992 - № 2 - P. 77-80.

13. Philosophical Dictionary. / Ed. Frolov ed. 5th - M.: Politizdat, 1986 - 590 p.

14. Ekonomika labor. Ed. P. E. Schlender and P. Kokin – M.: Yurist. 2002 - 592 p.

*Смелик Роман Григорьевич – д-р. экон. наук, профессор; зав.кафедрой бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВПО ОмГУ им. Ф.М. Достоевского. Общее количество опубликованных работ: 101. e-mail: Smelk@eco.univer.omsk.su*

### **К юбилею Анатолия Ивановича Демиденко**

Анатолий Иванович жил на Украине, родители его вместе с заводом в 1941 г. были эвакуированы в глубокий тыл и в 1943 г. в г. Омске родился новый омич – А. И. Демиденко. Он рос, учился и занимался техническим творчеством в школьных кружках, а также увлекался спортом. Больше всего его интересовал хоккей с шайбой.

В 1960 г. А.И. Демиденко поступил в СибАДИ на механический факультет по специальности «Строительные и дорожные машины». В ту пору все студенты, обучавшиеся в вузе после школы, должны были в течение 1,5 лет учиться по системе заочной формы обучения и работать на предприятиях по профилю обучения. Анатолий Иванович со своей группой работал в Управлении механизацией № 2 вновь созданного треста «Строймеханизация».

Хотя предприятие было в тресте передовым, с отличной технологией, с хорошо выверенной технологической дисциплиной, но характер работ был далеко не легким. Приходилось ремонтировать бульдозеры, экскаваторы, рыхлители и др. землеройную технику. Эта работа, эта школа, дополнительно закалили характер Анатолия Ивановича.

После окончания СибАДИ в 1965 г. Анатолий Иванович последовательно: служил в рядах Советской Армии, работал в КБ на машиностроительном заводе, преподавал в Омском политехническом институте, в 1968 г. поступил в аспирантуру на кафедру «Дорожные машины» к профессору К. А. Артемьеву. Подвергнув глубокому анализу рабочий процесс скрепера, применяя теорию предельного равновесия к поведению грунта, движущегося в ковше скрепера, им было установлено, что для снижения сопротивлений наполнению ковша скрепера грунтом, параллельно с увеличением вылета среднего ножа – необходимо установить боковые стенки боковые стенки ковша скрепера с развалом в нижней части ковша. Экспериментальная проверка полностью подтвердила теоретические предпосылки и в результате диссертация была досрочно защищена в Совете по защите кандидатских диссертаций Омского института железнодорожного транспорта.

Научный задел, полученный в диссертационной работе, позволил вести широким фронтом хозяйственные работы с заводами, изготавливающими скрепера. К этой работе был привлечен почти весь состав кафедры «Дорожные машины», но основная тяжесть

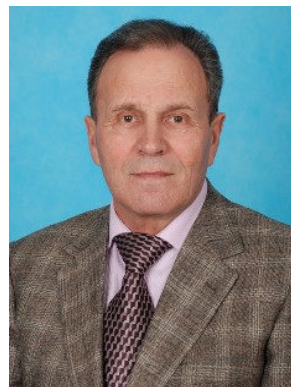
ответственности за принятие решений, лежала на Анатолии Ивановиче. Разработанный скрепер ДЗ-87 по технико-экономическим входил в тройку лучших мировых образцов.

После ухода К.А. Артемьева на пенсию Анатолий Иванович возглавил кафедру «Дорожные машины» (1987-1993). В новой должности Анатолий Иванович приложил много сил оснащению лаборатории кафедры современным измерительным оборудованием, макетами и лабораторными установками.

В период перестройки Анатолий Иванович достаточно успешно занимался бизнесом, но это не увлекло его окончательно. С 2006 г. он снова стал заведующим кафедрой «Дорожные машины».

В новых экономических условиях строительству и ремонту дорог не уделяется должного внимания. Около 60 % магистральных дорог России требуют капитального ремонта, но увеличение финансирования пока не предвидится, и Анатолий Иванович предложил новый готовить инженеров по специальности «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (нефтегазодобыча)». Выпускники этой специальности пользуются большим спросом в нефтегазовой отрасли. Наши выпускники работают во всех нефтегазовых районах Сибири и Дальнего Востока, и работают успешно.

В день своего 70 летия Анатолий Иванович полон здоровья и творческих сил. Сейчас он работает над идеей развития на базе кафедры центра подготовки рабочих профессий для обслуживания сложной зарубежной техники.



С уважением,  
Ректорат,

Редакционный совет научного рецензируемого журнала «Вестник СибАДИ»,  
Коллектив ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

**Требования к оформлению рукописей,  
направляемых в научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ»  
(входит в перечень ВАК)**

Для публикации в Журнале принимаются рукописи по направлениям: **Транспорт. Транспортные и технологические машины; Строительство. Строительные материалы и изделия; Математическое моделирование. Системы автоматизации проектирования; Экономика и Управление; Вузовское и послевузовское образование; Экология и эргономика.**

Рукопись должна быть оригинальной, не опубликованной ранее в других печатных изданиях, написана в контексте современной литературы, обладать новизной. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к рассмотрению не принимаются. Редакция принимает на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи, сотрудниками редакции, членами редколлегии, а также рецензентами данной работы.

**Редколлегия рекомендует авторам:**

- в рукописи должна содержаться постановка **научной задачи (проблемы)**, быть определено место полученных результатов среди научных публикаций по данной проблематике, описание применяемого научного аппарата, библиографические ссылки и выводы исследования.

- структурировать рукопись, используя подзаголовки: **введение; основная часть, выводы, литература** и т.п.. Части статьи озаглавливаются (шрифт полужирный, 10 пт).

**В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:**

- текст рукописи на русском языке в электронной и бумажном виде. (в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см., межстрочный интервал одинарный. с подписью авторов, с фразой: **«статья публикуется впервые» и датой;**

- **Регистрационная карта автора:** фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, название организации, служебный адрес, телефон, e-mail;

- Материалы для размещения в базе данных **РИНЦ;**

- **Рецензию** доктора наук, заверенная в отделе кадров той организации, в которой работает рецензент;

- **Экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати;

- **Лицензионной договор** между ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и авторами;

- **Справка о статусе** / месте учебы (если автор является аспирантом).

**Правила оформления рукописи:**

Объем рукописи должен быть не менее **5 страниц** и не должен превышать **7 страниц, включая таблицы и графический материал.** Рукопись должна содержать не более 5 рисунков и (или) 5 таблиц. Количество авторов не должно превышать четырех человек. Формата А4, шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см., межстрочный интервал одинарный.

**Поля:** верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5.)

**Заголовок.** На первой странице указываются: индекс по универсальной десятичной классификации (УДК) (размер шрифта 10 пт) – слева в верхнем углу; Далее по центру полужирным шрифтом размером 12 пт. прописными буквами печатается название статьи, ниже обычным шрифтом (12 пт.) – инициалы, фамилия автора. Через строку помещается текст аннотации на русском языке, ещё через строку – ключевые слова.

**Аннотация** (на русском языке объемом до 7 строк). Начинается словом **«Аннотация»** с прописной буквы (шрифт полужирный, курсив, 10 пт.); точка; затем с прописной буквы текст (курсив, 10 пт.). Аннотация не должна содержать ссылки на разделы, формулы, рисунки, номера цитируемой литературы.

**Ключевые слова:** помещаются после слов **ключевые слова** (ж, размер шрифта 10 пт), (двоеточие) и должны содержать не более 5 семантических единиц.

**Основной текст рукописи** набирается шрифтом 10 пт.

Все сокращения при первом употреблении должны быть полностью расшифрованы, за исключением общепринятых терминов и математических величин.

Информация о грантах приводится в виде сноски в конце первой страницы статьи.

**Ссылки на литературные источники в тексте** библиографический список оформляется общим списком в конце статьи (размер шрифта 9 пт.) на русском языке в

соответствии с [ГОСТ Р 7.0.5-2008](#) - Библиографическая ссылка (Затекстовые библиографические ссылки); ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например [1]; в библиографическом списке приводятся только те источники, на которые есть ссылка в тексте, использование цитат без указания источника информации запрещается;

**В конце рукописи, после библиографического списка, размещается:**

**Библиографический список** на английском языке (шрифт 9 пт).

**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.

**Реферат статьи**, предназначенный для публикации в реферативном журнале, составляется на русском и английском языках и помещается в отдельном файле.

**Формулы** необходимо набирать в редакторе формул *Microsoft Equation*. Перенос формул допускаются на знаках «плюс» и «минус», реже – на знаке «умножение». Эти знаки повторяются в начале и в конце переноса. Формулы следует нумеровать (нумерация сквозная по всей работе арабскими цифрами). Номер формулы заключают в круглые скобки у правого края страницы.

**Рисунки, схемы и графики** предоставляются в электронном виде включенными в текст, в стандартных графических форматах с обязательной подрисовочной подписью, и отдельными файлами с расширением (**JPEG, GIF, BMP**). Должны быть пронумерованы (Таблица 1 – Заголовок, Рис. 1. Наименование), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, выравнивание по левому краю, а иллюстрации – подрисовочные подписи, выравнивание по центру). В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: **на рисунке 1.....**,

**Рисунки и фотографии** должны быть ясными и четкими, с хорошо проработанными деталями с учетом последующего уменьшения. При представлении цветных рисунков автор должен предварительно проверить их качество при использовании черно-белой печати.

**Таблицы** предоставляются в редакторе Word.

*Отсканированные версии рисунков, схем, таблиц и формул не допускаются.*

Решение о принятии к публикации или отклонении рукописи принимается редколлегией. Редакция направляет авторам статьи, требующих доработки, письмо с текстом замечаний. Доработанная статья должна быть представлена в редакцию не позднее **двух недель**. К доработанной статье должно быть приложено письмо от авторов, содержащее ответы на все замечания и указывающее все изменения, сделанные в статье.

*К публикации в одном номере издания принимается не более одной статьи одного автора.*

Небольшие исправления стилистического и формального характера вносятся в статью без согласования с автором (-ами). При необходимости более серьезных исправлений правка согласовывается с автором (-ами) или статья направляется автору (-ам) на доработку.

Название файлов должно быть следующим: «Статья\_Иванова\_АП», «Рисунки\_Иванова\_АП», «РК\_Иванова\_АП», «РФ\_ст\_Иванова\_АП»

**Статьи, направляемые в редакцию, без соблюдения выше перечисленных требований, не публикуются.**

**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 научного рецензируемого журнала «Вестник СибАДИ»,

патентно-информационный отдел – каб. 3226

тел. (3812) 65-23-45, сот. 89659800019

Выпускающий редактор «Вестника СибАДИ» - Юренко Татьяна Васильевна

*Поступившие в редакцию материалы не возвращаются.*

*Гонорары не выплачиваются.*

**Статьи аспирантов публикуются бесплатно.**

Информация о научном рецензируемом журнале «Вестник СибАДИ» размещена на сайте: <http://vestnik.sibadi.org>

# **ВЕСТНИК СИБАДИ**

**Выпуск 4 (32) - 2013**

## **Главный редактор**

**В. Ю. Кирничный**  
Ректор ФГБОУ ВПО «СибАДИ»

## **Заместитель главного редактора**

**В. В. Бирюков**  
Проректор по научной работе

Информация о научном рецензируемом журнале  
«Вестник СибАДИ» размещена на сайте:  
**<http://vestnik.sibadi.org>**

**Контактная информация:** e-mail: **Vestnik\_Sibadi@sibadi.org**;  
Почтовый адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5.  
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия.  
Редакция журнала «Вестник СибАДИ»,  
патентно-информационный отдел – каб. 3226. тел. (3812) 65-23-45

Компьютерная верстка  
Юренко Т.В.

Ответственный за выпуск  
Юренко Т.В.

Печать статей произведена с оригиналов,  
подготовленных авторами.

Подписано в печать 04. 07. 2013 г.  
Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial  
Печать оперативная. Бумага офсетная  
Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз.

Отпечатано в подразделении оперативной полиграфии УМУ ФГБОУ ВПО СибАДИ  
Россия, 644080, г. Омск,  
пр. Мира, 5