

ISSN 2071-7296

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

ВЕСТНИК СибАДИ

Выпуск 5 (33)

Омск
2013

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

<i>Учредители: Свидетельство о регистрации</i>	ФГБОУ ВПО «СибАДИ» 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». - № 5 (33) . – 2013. – 182.

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

Издается с 2004 г.

С 11.07.2012 г. – издается 6 раз в год

© Сибирская государственная
автомобильно-дорожная
академия (СибАДИ), 2013

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

М. Е. Агапов Взаимодействие рабочего органа цепного траншейного экскаватора с грунтом в поперечной плоскости	7
Д. С. Алешков, Н. Ю. Урсова Влияние основных параметров фрезерно-роторного снегоочистителя на вырезаемый объем снежной стружки	10
А. И. Демиденко, И. С. Мораш Способы удаления грунта под трубопроводом одноковшовым экскаватором	14
Д. В. Коломийцева, Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, А. А. Лазарев Оптимизация пешеходного движения в системе транспортного планирования территорий	18
В. Н. Кузнецова, В. В. Савинкин К вопросу повышения энергоэффективности гидропривода машин	22
С. И. Матросов Сравнительная оценка эффективности систем передвижения планетоходов	25
Л. А. Хмара, М. А. Спильник Повышение эффективности рабочего процесса ковша скрепера (копание и выгрузка грунта)	30
В. С. Щербаков, М. С. Корытов Оценка энергозатрат при перемещении груза стреловым краном	40

РАЗДЕЛ II

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Н. В. Беляев, В. В. Фурсов О разнообразии причин образования повреждений несущих ограждающих конструкций	45
Т. В. Боброва, И. В. Слепцов Моделирование решений по снегоочистке городской улично-дорожной сети в многоагентной системе	51
И. А. Гарькина, А. М. Данилов Приложения теории систем к управлению структурой и свойствами композитов	58
А. Д. Кривошеин, И. В. Андреев Исследование процессов распределения воздуха в гибридных системах вентиляции жилых зданий	63
А. Д. Рахмонов, Н. П. Соловьев Предложения по применению композитной арматуры в каркасах зданий	69

РАЗДЕЛ III

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В. Д. Авилов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов Математическое моделирование метода взаимной нагрузки при испытании асинхронных двигателей	75
Ю. М. Бугай, О. В. Гателюк Статистическое исследование энергоэффективности грузовых электровозов постоянного тока локомотивного депо Белово	81
С. А. Гельвер, А. В. Колунин, И. И. Ширлин, А. Б. Марков Стержневой конечный элемент с учётом физической нелинейности	88
А. В. Евстифеев, А. А. Александров, В. В. Евстифеев, И. И. Завьялов Использование унифицированных расчетных схем при проектировании процессов точной объемной штамповки	91
М. И. Зимин Методика оценки лавинной опасности при концептуальном проектировании дорог в горной местности	98
П. А. Корчагин Система автоматизации проектирования виброзащитных систем землеройных машин	104

И. В. Крысова, И. Л. Чулкова	
Методы распознавания графических образов для решения задач автоматизированного проектирования	110
В. Ю. Куденцов, В. И. Трушляков	
Моделирование газодинамических потоков внутри типовых конструкций топливных баков ракет	116
А. С. Нитейский	
Конструирование лемешной поверхности рыхлителя на основе линейчатой развертывающейся полосы	122
РАЗДЕЛ IV	
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	
О. П. Ковалева	
Повышение конкурентоспособности вуза на рынке образовательных услуг	127
А. С. Койчубаев	
Графическая модель организации управляющей компании регионального транспортно-логистического центра	131
А. Е. Миллер, Б. А. Федянин	
Функционирование промышленных организаций в условиях становления «контактной» экономики	135
М. А. Миллер	
Организационно-экономические проблемы потребления российскими сельскохозяйственными организациями образовательных, страховых и кредитных услуг	140
С. Л. Надирян, Д. Ю. Дудник, А. О. Гибашева	
Влияние транспорта на инвестиционную привлекательность региона	146
В. П. Пустобаев	
Анализ макросреды с позиции переключательных функций	151
Н. А. Рослякова	
Оценка взаимосвязи параметров транспортного комплекса региона и его экономического роста	156
К. Э. Сафронов, Э. А. Сафронов	
Повышение эффективности муниципальных и региональных маршрутных сетей	162
Е. В. Табачникова	
Особенности формирования концепции устойчивого развития применительно к предприятиям транспортной отрасли	170
ЮБИЛЕЙ	
К юбилею Горынина Леонида Георгиевича	177
К юбилею Шестакова Владимир Николаевич	179

CONTENTS

PART I TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

M. E. Agapov Interaction of working body of the chain trench excavator with soil in the cross plane	7
D. S. Aleshkov, N. Y. Urusova Influence of key parameters snow cutter blower on the cut out volume of a snow shaving	10
A. I. Demidenko, J. S. Morash Methods removal of ground piping shovels	14
D. V. Kolimeitseva, T. V. Konovalova, I. N. Kotenkova, A. A. Lazarev Optimization of pedestrian traffic in the system of transport planning	18
V. N. Kuznetsov, V. V. Savinkin To the question of increase of energy efficiency hydraulic actuator of machine	22
S. I. Matrossov Comparative estimation of efficiency of movementsystems of planetrovers	25
L. A. Khmara, M. A. Spilnik Research of scraper workflow(digging and unloading)	30
V. S. Shcherbakov, M. S. Korytov Assessment of energy when moving cargo jib crane	40

PART II ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

N. V. Belyaev, V. V. Fursov About a variety of the reasons of formation of damages bearing protecting designs	45
T. V. Bobrova, I. V. Sleptsov Modeling decisions of urban road network snow removal In multi-agent sistem	51
I. A. Garkina, A.M. Danilov Applications of the theory of systems to manage the structures and properties of the composite	58
A. D. Krivoshein, I. V. Andreev Research of processes of distribution of air in hybrid systems Ventilations of residential buildings	63
A. D. Rahmonov, N. P. Solovev Offers on use of composite fittings in frameworks of buildings	69

PART III MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

V. D. Avilov, D. I. Popov, A. V. Litvinov Mathematical modeling of back-to-back method in testing induction motor	75
Y. M. Bugay, O. V. Gatelyuk Energy efficiency statistical research of depot belovo dc electric freight locomotive	81
S. A. Gelver, A. V. Kolunin, I. I. Shirlin, A. B. Markov Rod finite element with the physical nonlinearity	88
A. V. Evstifeev, A. A. Alexandrov, V. V. Evstifeev, I. I. Zav'yalov Using the unified design scheme the design process detailed forging	91
M. I. Zimin The methodology of assessing avalanche danger during the conceptual design of roads in the highlands	98
P. A. Korchagin System of automation of designing of vibroprotection systems of earth-moving machines	104
I. V. Krysova, I. L. Chulkova Methods of recognition of graphic images for a particular purpose computer aided design	110

V. Yu. Kudentsov, V. I. Trushlyakov	
Gasdynamic flow modeling in typical constructions of rocket fuel tanks	116
A. S. Niteisky	
Constructing chisel's plowshare surface designed on developable ruled surface segments	122

**PART IV
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

O. P. Kovaleva	
The improving of the university competitiveness at the educational market	127
A. Koychubayev	
Graphic model of the organization of management company of the regional transport and logistic center	131
A. E. Miller, B. A. Fedyanin	
Functioning of the industrial organizations in the conditions of formation of "contact" economy	135
M. A. Miller	
The organizational and economical problems of consumption of educational, insurance and credit services by russian agricultural organizations	140
S. L. Nadiryan, D. U. Dudnik, A. O. Gibasheva	
Impact of transport on the region's investment attractiveness	146
V. P. Pustobaev	
Analysis of the macroenvironment with positions binary function	151
N. A. Roslyakova	
Measuring of the relationship between the parameters of regional transport complex and regional economic growth	156
K. Safronov, E. Safronov	
Increase of efficiency of municipal and regional routing networks	162
E. V. Tabachnikova	
Features of the formation of sustainable development concept in relation to transport enterprises	170

ANNIVERSARY

On the anniversary of Gorynin Leonid Georgievich	177
On the anniversary of Shestakov Vladimir Nikolaevich	179

РАЗДЕЛ I
ТРАНСПОРТ.
ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 624.1

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ЦЕПНОГО ТРАНШЕЙНОГО
ЭКСКАВАТОРА С ГРУНТОМ В ПОПЕРЕЧНОЙ ПЛОСКОСТИ**

М. Е. Агапов

Аннотация. Приведены расчетные схемы взаимодействия рабочего органа цепного траншейного экскаватора с грунтом в поперечной плоскости. Также представлены математические зависимости взаимодействия от параметров грунта.

Ключевые слова: грунт, цепной траншейный экскаватор, экскаватор, взаимодействие грунта с рабочим органом.

Введение

При проектировании цепных траншейных экскаваторов важным этапом является исследование статических и динамических характеристик на основе адекватной математической модели. Одной из основных частей математической модели является расчетная схема. [1,3,4]

Основная часть

Для составления математической модели реакции грунта на рабочий орган () приняты следующие допущения [1,4]:

1. Сила реакции равномерно распределена по всей длине части рабочего органа, погруженной в грунт.
2. рассматриваются изменения больших значений обобщенных координат звеньев расчетной схемы;
3. рассматривается изменение только вертикальной и поперечной координаты положения РО;
4. машина представлена упрощенно в виде многозвенника, отражающего раму машины, левую и правую гусеницы с ведущими звездочками, РО;
5. РО зафиксирован гидроцилиндром и шарнирно крепится к раме;
6. звенья многозвенника абсолютно жесткие;
7. гусеницы от опорной поверхности не отрываются.

Из рисунка 2 следует, что:

$$H_m = J \cdot \cos \gamma - A, \quad (1)$$

где H_m - глубина траншеи, J - длина РО, γ_1 - угол наклона РО в продольной плоско-

сти, A - расстояние от точки крепления РО до поверхности грунта.

$$A = A_0 + \frac{\Delta H}{2}, \quad (2)$$

где A_0 - расстояние от точки крепления РО до поверхности грунта в горизонтальном положении, ΔH - высота неровности под гусеницей.

$$\Delta H = \frac{tg \gamma}{L_b}, \quad (3)$$

где L_b - ширина базы, γ - угол наклона РО в поперечной плоскости.

Из рисунка 1 находим длину части РО, заглубленной в грунт, с внутренней стороны J_1 и радиус полукруга R , которые равны:

$$J_1 = J - A \cdot \cos \gamma_1, \quad (4)$$

$$R = \frac{L_{po}}{2}, \quad (5)$$

где L_{po} - ширина рабочего органа, γ_1 - угол наклона РО к вертикали в продольной плоскости.

J_1 складывается из следующих отрезков:

$$J_1 = J_y + R + J_x. \quad (6)$$

Для нахождения J_y (стороны треугольника S_3) из рисунка найдем гипотенузу треугольника S_3 :

$$L'_{po} = \frac{L_{po}}{\sin \Delta}, \quad (7)$$

где Δ - угол наклона РО к горизонтали, который равен:

$$\Delta = 90 - \gamma_1. \quad (8)$$

Из выражения (7) получим:

$$J_y = L'_{po} \cdot \cos \Delta. \quad (7)$$

Также найдем:

$$J_x = J_1 - J_y - R. \quad (10)$$

С учетом выражений (5), (6) и (10) найдем площадь боковой поверхности части РО, заглубленной в грунт:

$$S_1 = \frac{\pi R^2}{2}, \quad (11)$$

$$S_2 = L_{po} \cdot J_x, \quad (12)$$

$$S_3 = \frac{L'_{po} \cdot J_y}{2}, \quad (13)$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3. \quad (14)$$

Зная площадь боковой поверхности части РО, погруженную в грунт, находим суммарную величину силы сопротивления движению РО в поперечной плоскости от сил нормаль-

ного давления грунта на боковую поверхность РО из выражения [2]:

$$P = F_{\sigma_{cp}} \cdot S, \quad (15)$$

где $F_{\sigma_{cp}}$ - среднее значение нормального давления грунта на боковую поверхность части РО, заглубленной в грунт, которое равно[2]:

$$F_{\sigma_{cp}} = \frac{J_1}{2} \cdot \xi \cdot \gamma', \quad (16)$$

где ξ - коэффициент бокового давления, γ' - плотность грунта.

Заключение

Исходя из составленных расчетных схем, было рассчитано среднее значение нормального давления грунта на боковую поверхность части РО ($F_{\sigma_{cp}}$). Также суммарная величина силы сопротивления движению РО в поперечной плоскости от сил нормального давления грунта на боковую поверхность РО (P) цепного траншейного экскаватора.

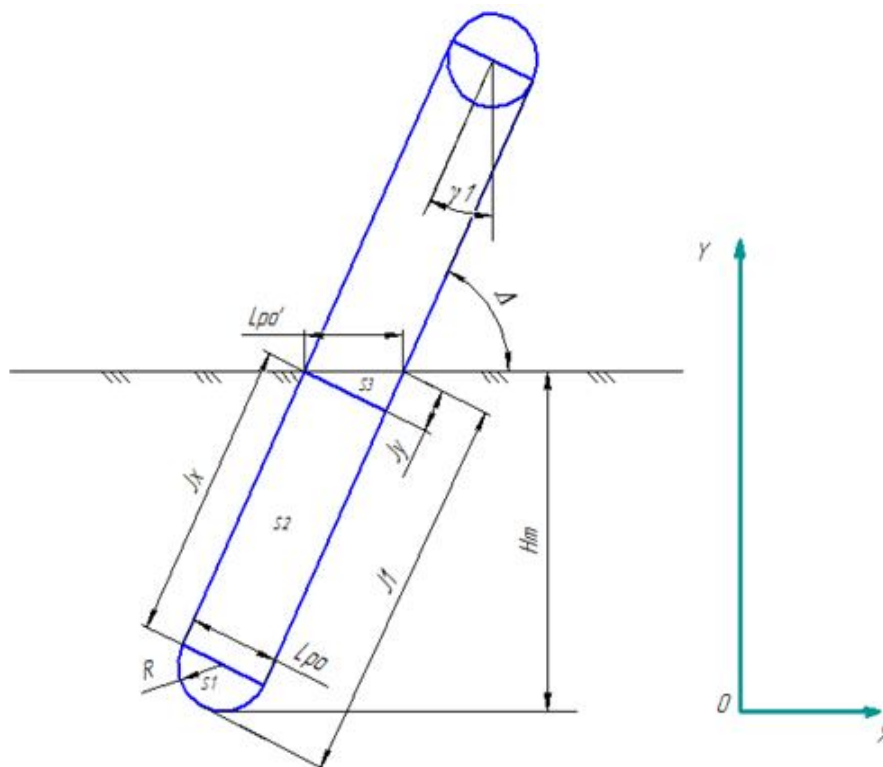


Рис. 1. Расчетная схема взаимодействия рабочего органа с грунтом, выполненная в продольной плоскости

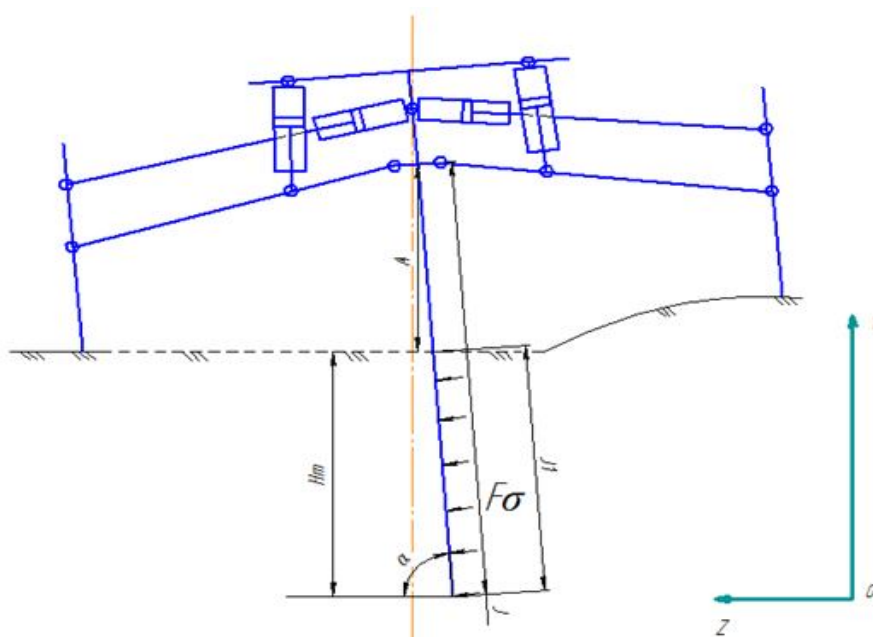


Рис. 2. Расчетная схема взаимодействия рабочего органа с грунтом, выполненная в поперечной плоскости

Библиографический список

1. Алексеева Т. В., Щербаков В. С. Оценка и повышение точности землеройно-транспортных машин: Учеб. пособие. – Омск: СибАДИ, 1981. – 99 с.
2. Игнатов С. Д. Система автоматизации проектирования основных геометрических параметров траков гусеничной ленты цепного траншейного экскаватор - Омск, 2012. -165 с.
3. Киселева Л. Н. Совершенствование конструкции и обоснование параметров рабочего органа подкапывающей машины – Омск, 2011.- 134 с.
4. Щербаков В. С. Научные основы повышения точности работ, выполняемых землеройно-транспортными машинами - Омск: СибАДИ, 2000г. – 368 с.

INTERACTION OF WORKING BODY OF THE CHAIN TRENCH EXCAVATOR WITH SOIL IN THE CROSS PLANE

M. E. Agapov

Settlement schemes of interaction of working body of the chain trench excavator with soil are provided in the cross plane. Mathematical dependences of interaction on soil parameters are also presented also.

Bibliographic list

1. Tatiana Alexeeva, V. Shcherbakov Assessing and improving the accuracy of earth-moving machinery: Manual. allowance. - Omsk SibADI, 1981. – 99 p.
2. Ignatov, S. D. System for automating the basic geometric parameters truck caterpillar track chain trenchers, 2012. -1658 With.
3. Kiseleva L. N. Improving the design and rationale of parameters work that body break through the machine - Omsk, 2011. – 134p.
4. Scherbakov V. The scientific basis for improving the accuracy of the work performed by the ground-Roine-transport vehicles - Omsk SibADI, 2000. - 368 p.

Агапов Максим Евгеньевич – аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – автоматизированное проектирование систем. Имеет 5 опубликованных работ. E-mail: maksim.agapov@inbox.ru.

УДК 625.76

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЕРНО-РОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ НА ВЫРЕЗАЕМЫЙ ОБЪЕМ СНЕЖНОЙ СТРУЖКИ

Д. С. Алешков, Н. Ю. Урсова

Аннотация. Рассматривается вопрос определения объема снежной массы, вырезаемого фрезой питателя фрезерно-роторного снегоочистителя. Построены графики влияния основных параметров фрезерно-роторного снегоочистителя на вырезаемый объем снежной стружки.

Ключевые слова: фрезерно-роторный снегоочиститель, фреза, снежная призма.

Введение

Оценка эффективности работы фрезерно-роторного снегоочистителя во многом зависит от работы фрезы. Одним из показателей работы фрезы может служить объем снежной призмы, вырезаемой фрезой питателя [1]. Соответственно, представляется актуальным знание, от каких параметров снегоочистителя зависит объем вырезаемой снежной призмы и характер этого влияния.

Основная часть

Известно, что объем тела вычисляется с помощью тройного определенного интеграла.

С учетом введенных систем координат (см. рис. 1.) интегрирование будет осуществляться по параметрам x , y , z .

Пределы интегрирования (рис. 1.) определяются следующими ограничениями:

- по оси OX:

$$0 < x < \frac{V}{n\omega} \pi;$$

- по оси OY:

$$0 < y < 2 \frac{V}{\omega \cdot n} \pi \cdot R \cdot \operatorname{tg} \theta;$$

- по оси OZ:

$$0 < z < h.$$

Тройной интеграл, определяющий объем призмы W ; после ряда преобразований уравнений движения [2], примет вид:

$$W = \int_0^{\frac{V}{n\omega} \pi} \int_0^{2 \frac{V}{\omega \cdot n} \pi \cdot R \cdot \operatorname{tg} \theta} \int_0^h \left[\frac{V}{\omega} \arccos \frac{z}{R} + R \sin \left(\arccos \frac{z}{R} \right) - \frac{V \cdot y}{R \cdot \operatorname{tg} \theta} - R \cdot \sin \left(\frac{\omega}{V} \frac{y}{R \cdot \operatorname{tg} \theta} \right) \right] dx dz dy, \quad (1)$$

где V – скорость движения снегоочистителя, м/с; ω – угловая скорость вращения фрезы, рад/с; R – радиус фрезы, м; h – высота снежного покрова, м; L – расстояние между двумя точками фрезы, лежащими на одной

прямой, являющейся образующей цилиндрической поверхности.

Объем стружки после интегрирования (1) для случая постоянного угла захода ленты фрезы, $\theta = \operatorname{const}$, описывается следующей зависимостью:

$$W = \frac{V^2 \pi L R}{n \cdot \omega^2} \left(\arccos \left(\frac{h}{R} \right) - \sqrt{1 - \left(\frac{h}{R} \right)^2} + L \frac{R}{\omega} \pi \left(h \sqrt{1 - \left(\frac{h}{R} \right)^2} + 2h - R \ln \left| \frac{1 + \frac{h}{R}}{1 - \frac{h}{R}} \right| \right) + \right. \\ \left. + \frac{V^2}{n \cdot \omega^2} \cdot \pi R \left(R \cdot h \cdot \operatorname{tg} \theta \cos \left(\frac{\omega}{V} \cdot \frac{L}{R \cdot \operatorname{tg} \theta} \right) - \frac{\pi L}{2} - R \cdot h \cdot \operatorname{tg} \theta \right) - \right. \\ \left. - \frac{V^2}{n \cdot \omega} \pi \cdot L \left(\frac{L}{2R \cdot \operatorname{tg} \theta} + R \right) \right). \quad (2)$$

Влияние основных параметров фрезерно-роторного снегоочистителя на вырезаемый

объем снежной стружки представлено на рисунках 2, 3, 4, 5, 6.

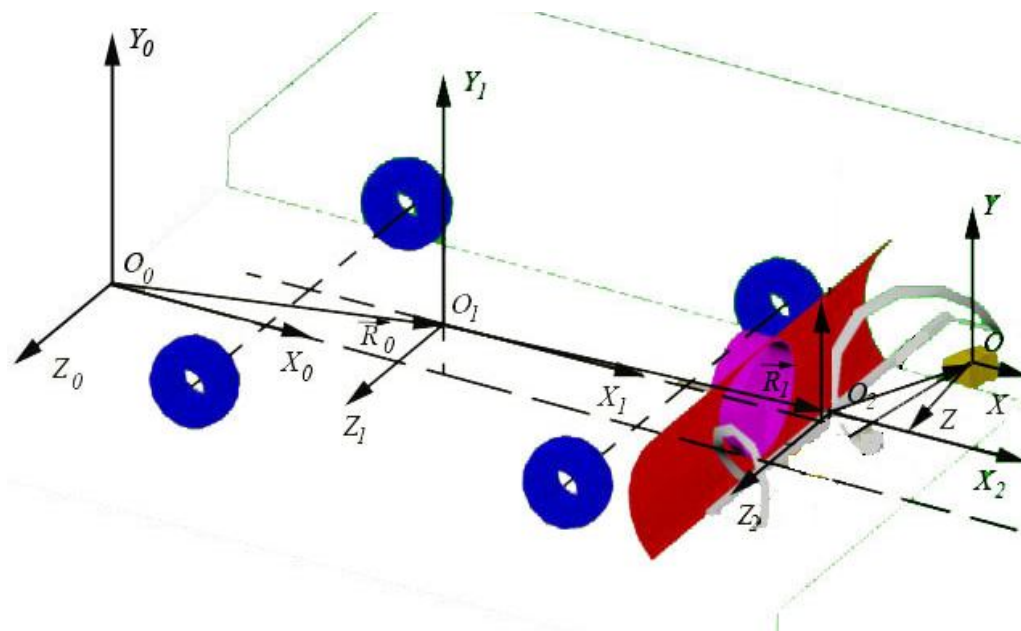


Рис. 1. Системы координат фрезерно-роторного снегоочистителя

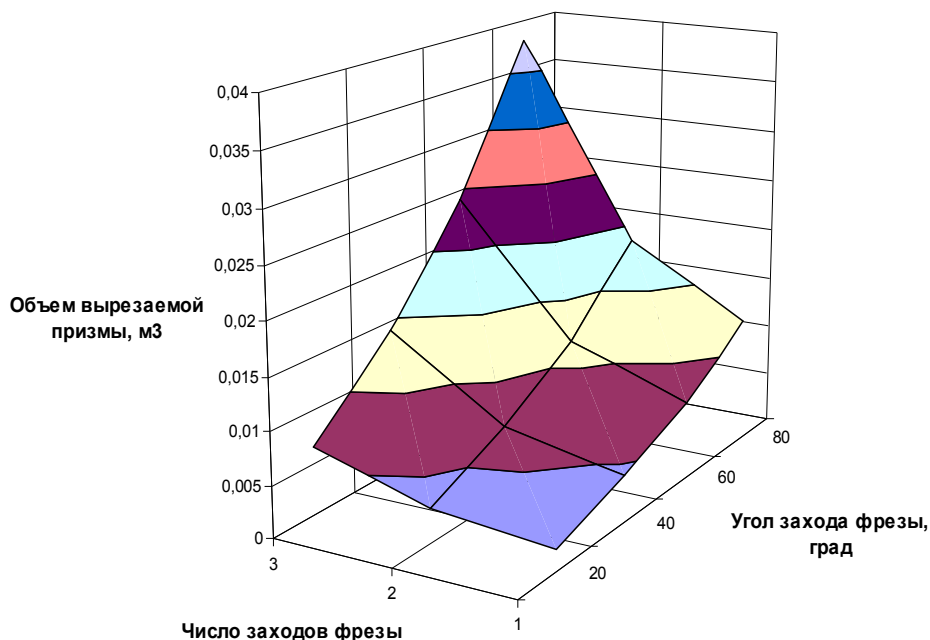


Рис. 2. Изменение объема вырезаемой призмы в зависимости от угла захода и числа заходов фрезы, при угловой скорости $\omega = 15$ рад/с, радиусе фрезы $R = 0,3$ м, поступательной скорости снегоочистителя $V = 1,4$ м/с

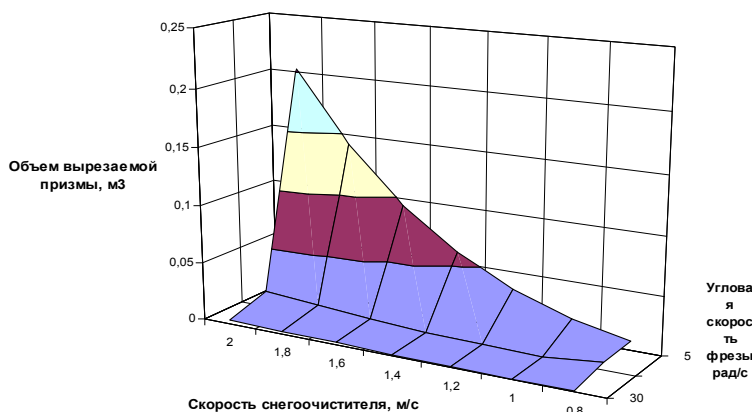


Рис. 3. Изменение объема вырезаемой призмы в зависимости от поступательной скорости снегоочистителя и угловой скорости фрезы, при числе заходов фрезы $h = 3$, радиусе фрезы $R = 0,3$ м и угла захода фрезы $\theta = 40^\circ$

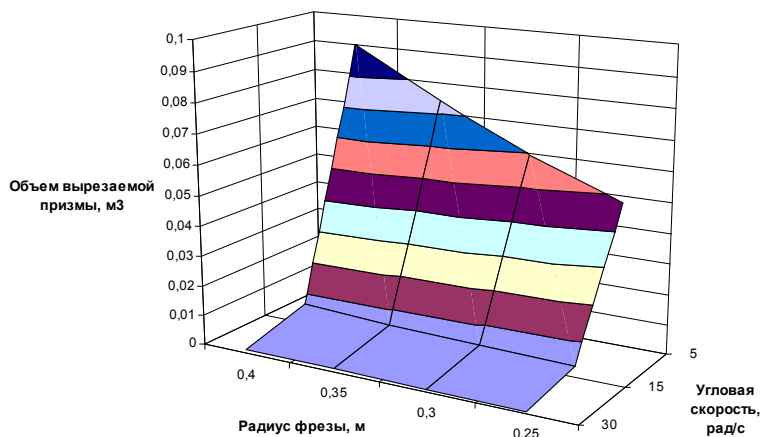


Рис. 4. Изменение объема вырезаемой призмы в зависимости от угловой скорости и радиуса фрезы при числе заходов фрезы $h = 3$, угла захода фрезы $\theta = 40^\circ$ и поступательной скорости снегоочистителя $V = 1,4$ м/с

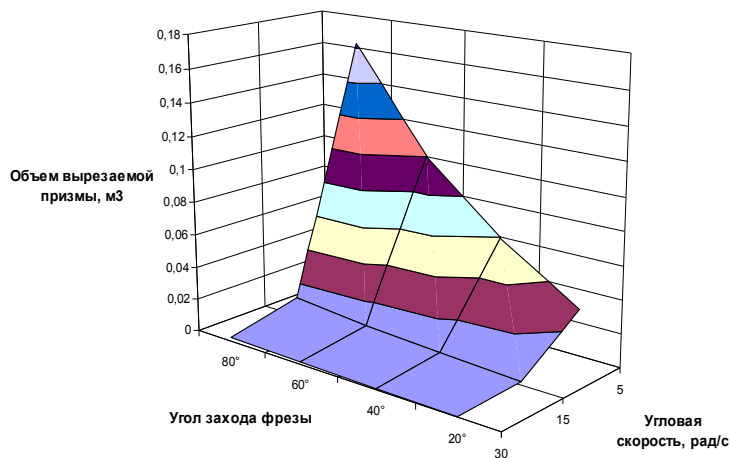


Рис. 5. Изменение объема вырезаемой призмы в зависимости от угловой скорости и угла захода фрезы, при числе заходов фрезы $h = 3$, радиусе фрезы $R = 0,3$ м и поступательной скорости снегоочистителя $V = 1,4$ м/с

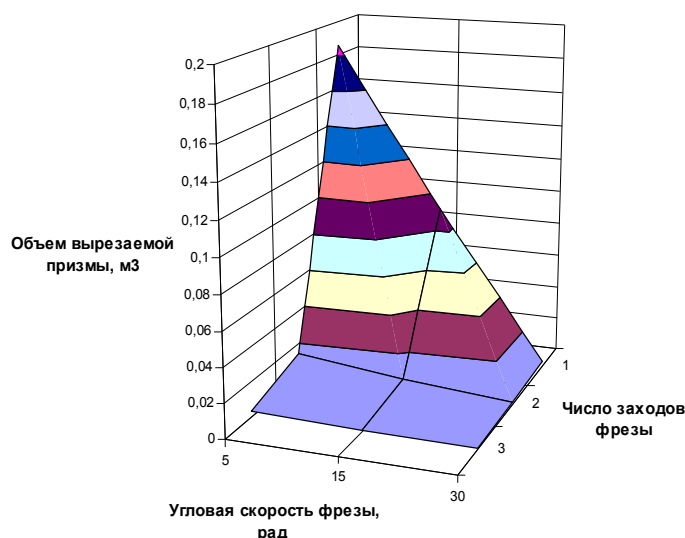


Рис. 6. Изменение объема вырезаемой призмы в зависимости от числа заходов фрезы и угловой скорости, при радиусе фрезы $R = 0,3$ м, поступательной скорости снегоочистителя $V = 1,4$ м/с и угла захода фрезы $\theta = 40^\circ$

Заключение

Анализ полученных результатов показал, что наиболее существенное влияние на вырезаемый объем оказывают кинематические параметры питателя фрезерно-роторного снегоочистителя, к которым относятся угловая скорость вращения фрезы и поступательная скорость фрезерно-роторного снегоочистителя. Влияние таких геометрических параметров, как радиус фрезы и угол захода фрезы на объем вырезаемой призмы носит практически линейный характер. Использование формулы (2) позволит более точно производить исследования динамики питателя и метательного аппарата фрезерно-роторного снегоочистителя, и как следствие, осуществлять выбор оптимальных параметров фрезерно-роторного снегоочистителя, которые обеспечивают максимальную эффективность работы снегоочистителя.

Библиографический список

1. Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог: учеб. пособие для вузов по дисциплине «Дорожные машины» для специальностей 170900, 230100, 150600 и 291800 / В. И. Баловнев, М. А. Беляев и др.; Под общ. ред. В. И. Баловнева. – 2-е изд., дополн. и перераб. – Москва – Омск: ОАО «Омский дом печати», 2005. – 768 с., ил. 250, табл. 150.
2. Урусова Н. Ю. К вопросу движения снежной стружки под действием винтовой лопасти питателя в зоне резания // Научные труды молодых ученых, аспирантов и студентов [Текст]: межвузовский сборник: материалы Всероссийской научно-

практической конференции, посвященной Дню российской науки (с международным участием) – Омск, 2012. - № 9 - С.273-276.

INFLUENCE OF KEY PARAMETERS SNOW CUTTER BLOWER ON THE CUT OUT VOLUME OF A SNOW SHAVING

D. S. Aleshkov, N. Y. Urusova

Is considered question of the determination of the volume of the snow mass sliced by auger snow cutter blower. The Built graphs of the influence main parameter snow cutter blower on sliced volume of the snow shaving.

Keywords: snow cutter blower; auger; snow prism

Bibliographic list

1. Machines for maintenance and repair of highways and urban roads: a textbook for higher schools on discipline «Road machine» for specialities 170900, 230100, 150600 and 291800 / V. I. Balovnev, M. A. Belyaev and others; Under the Ed. V. I. Balovnev. – 2 ed. Publ., and Rev. - Moscow - Omsk: JSC «Omsk Publ. Dept», 2005. - 768 p., Il. 250, tables 150.
2. N. Y. Urusova To the question of the movement of the snow chip under the influence of the helical blade feeder in the cutting area // Scientific works of young scientists, postgraduates and students [Text]: the Interuniversity Works: the materials of Russianwide scientific-practical conference dedicated to the Day of Russian science (with international participation) – Omsk -2012 - № 9. 2012. –P. 273-276.

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

Урсова Наталья Юрьевна – учебный мастер кафедры «Техносферная безопасность» факультета «Экономика и управление» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направления научных исследований: подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины. Общее количество опубликованных работ: 3. E-mail: ursova_n@mail.ru

УДК 625.08

СПОСОБЫ УДАЛЕНИЯ ГРУНТА ПОД ТРУБОПРОВОДОМ ОДНОКОВШОВЫМ ЭКСКАВАТОРОМ

А. И. Демиденко, И. С. Мораш,

Аннотация. В статье рассмотрены оборудования и способы удаления грунта под трубопроводом одноковшовым экскаватором.

Ключевые слова: рабочее оборудование экскаватора, трубопровод, ремонт, удаления грунта под трубопроводом.

Введение

На сегодняшний день большинство магистральных трубопроводов в России находятся в изношенном состоянии и нуждаются в ремонте. Постоянный и требуемый спрос на поставку углеводородного сырья по трубопроводам зависит от эффективного и своевременного проведения ремонтных работ.

Основной машиной, используемой для раскопки трубопроводов, является одноковшовый экскаватор. Однако, при проведении земляных работ, существует проблема удаления грунта под трубопроводами. Для этой цели необходимо использовать подкапывающую машину и комплекс машин, обеспечивающих ее работу (рисунок 1).

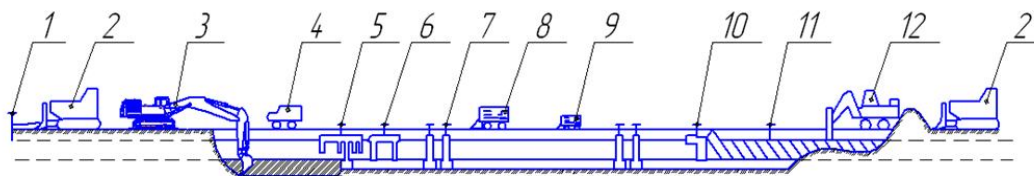


Рис. 1. Схема расстановки машин и механизмов при ремонте трубопровода:

- 1 - прибор для уточнения положения трубопровода; 2 - бульдозер; 3 - экскаватор; 4 - передвижная дефектоскопическая лаборатория; 5 - подкапывающая машина; 6 - очистная машина; 7 - грузоподъемный механизм (трубоукладчик, опоры-крепи и т.п.); 8 - передвижная электростанция; 9 - сварочный агрегат; 10 - изоляционная машина; 11 - прибор для контроля качества изоляционного покрытия; 12 - устройство для подбивки грунта под трубопровод УПТ-1

Технологические ремонтные операции выполняются в следующей последовательности [1]:

- уточнение положения трубопровода;
- снятие плодородного слоя почвы бульдозером, перемещение его во временный отвал;
- вскрытие трубопровода экскаватором с разработкой боковых траншей ниже нижней образующей трубопровода;
- предварительный осмотр технического состояния трубопровода, определение мест расположения дефектов и ремонт их при необходимости;

- разработка грунта подкапывающей машиной под трубопроводом;
- очистка трубопровода от старого изоляционного покрытия;
- выполнение работ по ремонту дефектов стенки трубы;
- нанесение нового изоляционного покрытия с помощью изоляционной машины;
- присыпка с подбивкой грунта под трубопровод на участках и засыпка траншей;
- техническая рекультивация плодородного слоя почвы.

До недавнего времени замена изоляционного покрытия, требовало удаления грунта под трубопроводом. Сейчас труба изготавливается на заводе, имеет изоляционное покрытие и нет необходимости в нанесении изоляции в полевых условиях. Поэтому подкапывающая, очистная, изоляционная машины не нужны. В этой связи нами проведен обзор уже существующих способов подкопа трубопровода одноковшовым экскаватором, т. е. без привлечения дополнительной (специализированной) техники.

Обзорные исследования способов по подкопу трубопровода одноковшовым экскаватором. Первый способ. Устройство для подкопа трубопроводов [2].

Предлагаемое устройство (рисунок 2), навешивается на одноковшовый экскаватор 1, который содержит рабочее оборудование, состоящее из стрелы 2, рукояти 3 и ковша 4. К внутренней стенке ковша, закреплен рабочий инструмент 5, выполненный в форме коробчатого сечения и имеющий на конце режущие зубья 6.

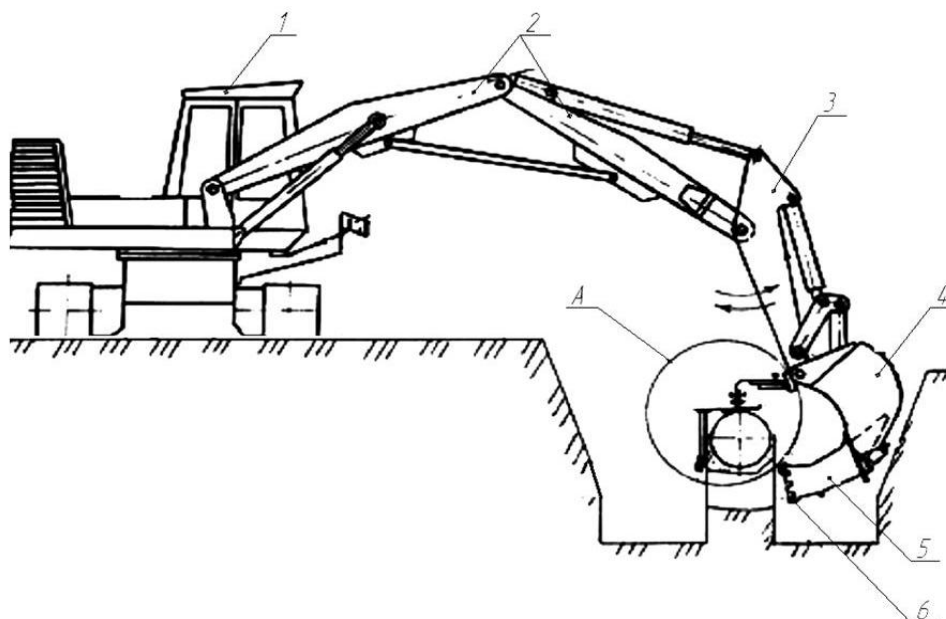


Рис. 2. Общий вид устройства для подкопа трубопровода: 1 – экскаватор; 2 – стрела; 3 – рукоять; 4 – ковш; 5 – рабочий инструмент; 6 – режущие зубья

Для оптимальной установки рабочего инструмента на трубопровод, существует конструкция (рисунок 3), закрепленная на рукояти экскаватора. Такая конструкция представляет собой Г-образный каркас с полкой 7, стойкой 8, пластинчатой пружиной 9 и кронштейном 10. К полке прикреплен планка 11, для соединения с концом пластинчатой пружины.

Второй конец пластинчатой пружины соединяется с кронштейном, а сам кронштейн закреплен к рукояти. Для жесткости полка 7 стянута гибким тросом 12, с планкой 11.

Удаление грунта под трубопроводом, осуществляется поворотом ковша и рукояти, с помощью рабочего инструмента. Важно также отметить, чтобы соприкосновение многотонной машины происходит при замедленной скорости, во избежание инерционно-ударной

нагрузки. При опускании рабочего оборудования 5, на трубопровод с трубой контактирует только полка 7, которая весит всего 6-7 кг. При опускании ковша с корпусом, машинист экскаватора держит стойку 8 на плоскости вертикальной стенки земляной тумбы, шток гидроцилиндра ковша полностью убран, поэтому расстояние между стенкой трубопровода и предохранительным роликом 13 равно $L = 120 + 100 = 220$ мм, где 120 - толщина выступающей части земляной тумбы, 100 - зазор между земляной тумбой и предохранительным роликом.

Устройство для подкопа трубопроводов обладает основными недостатками: 1) плохая видимость оператора экскаватора в процессе подкопа трубопровода; 2) сложность конструкции.

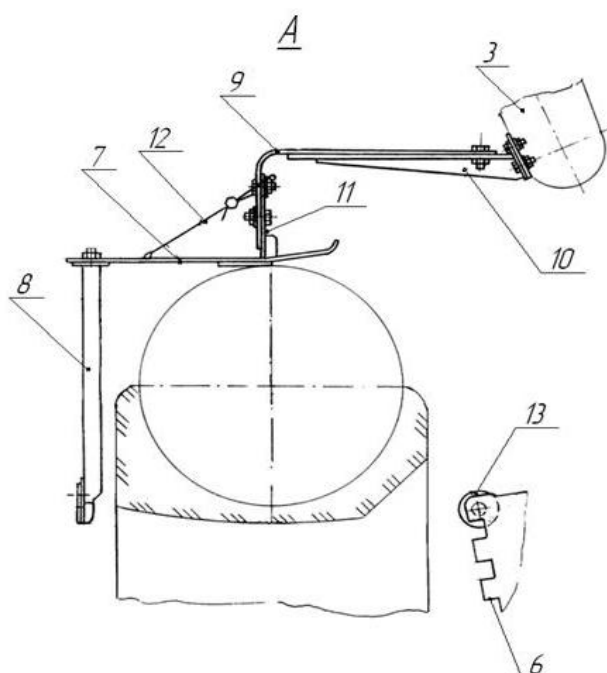


Рис. 3. Конструкция для установки оборудования на трубопровод:
7 – полка; 8 – стойка; 9 – пластинчатая пружина; 10 – кронштейн;
11 – планка; 12 – гибкий трос; 13 – ролик

Второй способ. Сменное навесное оборудование на одноковшовый экскаватор [3]

Экскаватор (рисунок 4), включает в себя стрелу 1, рукоять 2 и цепной рабочий орган 3. Разработка грунта под трубопроводом осуществляется с помощью режущей цепи, приводимой во вращение гидравлическим мотором. Отсыпка грунта происходит в боковые приямки посредством транспортирующих скребок,

установленных на цепи. Для избежания повреждения стенки трубы между цепью и трубой установлен ролик 4.

Однако, данный способ, имеет ряд существенных недостатков:

- 1) цепной рабочий орган эффективно работает только в грунтах с малой влажностью;
- 2) недостаточная видимость оператора экскаватора.

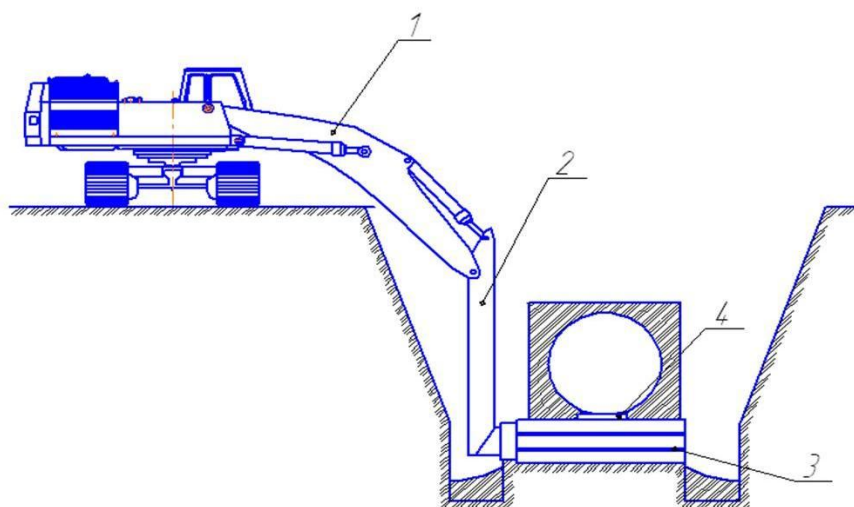


Рис. 4. Общий вид устройства для подкопа трубопровода:
1 - стрела; 2 – рукоять; 3 – цепной рабочий орган; 4 – ролик

Третий способ. Поворот ковша экскаватора под трубопроводом [4]

Экскаватор (рисунок 5), включает в себя стрелу 1, рукоять 2, ковш 3, с возможностью поворота влево и вправо, относительно тра-

ектории его копания, с помощью гидроцилиндра 4. Копание ковша экскаватора производится поворотом его, с помощью телескопического гидроцилиндра 5 (рисунок 6).

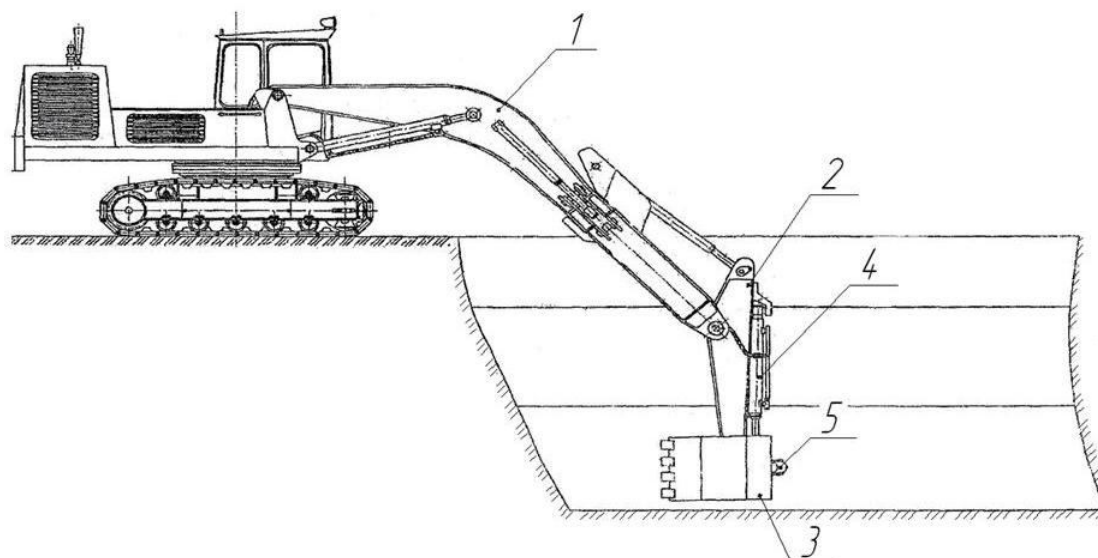


Рис. 5. Общий вид устройства для подкопа трубопровода:

1 – стрела; 2 – рукоять; 3 – ковш; 4 – гидроцилиндр; 5 – телескопический гидроцилиндр

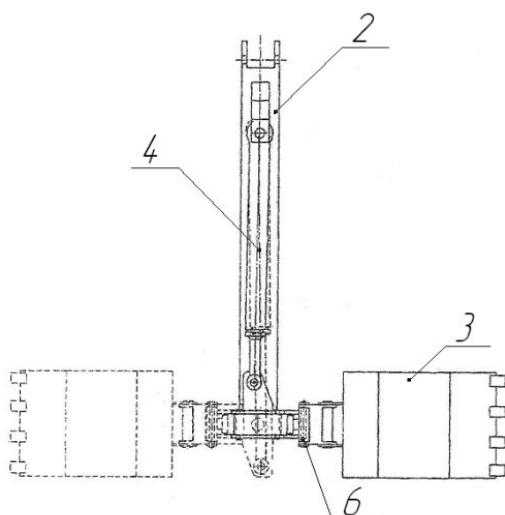


Рис. 6. Поворот ковша экскаватора в сторону: 3 – рукоять; 4 – гидроцилиндр; 5 – кронштейн для установки телескопического гидроцилиндра

Вначале разработка грунта осуществляется сверху и с боков ниже нижней образующей трубы, причем при среднем положении гидроцилиндра 4, затем необходимо удалить грунт

под трубопроводом посредством поворота ковша в сторону гидроцилиндром 4 и затем заглублением ковша телескопическим гидроцилиндром 5 уже под трубой. Сдвиг грунта ведется в боковые приямки траншеи.

Основными недостатками рассмотренного оборудования является:

- 1) сложность поворота ковша в сторону в стесненных условиях, т. е. необходимо дополнительно расширять траншею;
- 2) опасность повреждения трубопровода ковшом экскаватора.

Заключение

Проведенный обзор способов удаления грунта под трубопроводом одноковшовым экскаватором, позволяет сделать следующее выводы:

- 1) Необходимо вести дальнейший поиск рациональной конструкции рабочего оборудования для подкопа трубопроводов;
- 2) Целесообразно проведение исследований по выбору параметров этого оборудования, исходя из размеров трубы, применяемого типоразмера экскаватора, глубины траншеи и параметров грунта.

Библиографический список

1. РД 39-00147105-015-98 Правила капитально-го ремонта магистральных нефтепроводов.
2. Патент «Устройство для подкопа трубопроводов». №2170307, МПК E 02 F 5/10. Опубликовано 10.07.2001. Хасанов А. Х., Кульгильдин С. Г., Саматов Р. Л.
3. Патент «Цепной экскаватор». №90461, МПК E 02 F 3/08. Опубликовано 10.01.2010. Демиденко А. И., Семкин Д. С.
4. Патент «Рабочее оборудование экскаватора». №9116519, МПК E 02 F 3/28. Опубликовано 27.05.2012. Демиденко А. И., Билялов А. М.

METHODS REMOVAL OF GROUND PIPING SHOVELS

A. I. Demidenko, J. S. Morash

The article deals with the equipment and methods for removing soil under the pipeline shovels.

Keywords: excavator working equipment, plumbing, repair, removal of soil under the pipeline.

Bibliographic list

1. RD 39-00147105-015-98 rules overhaul of the main oil pipelines.
2. Patent "Apparatus for digging pipelines." Number 2170307, IPC E 02 F 5/10. Posted on 10.07.2001. A. H. Hasanov, Kulgildin S. G., RL sammati

УДК 656.13

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕШЕХОДНОГО ДВИЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Д. В. Коломийцева, Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, А. А. Лазарев

Аннотация. В данной статье рассмотрен вариант к решению проблем оптимизации пешеходного движения возможно с высокой степенью достоверности, определить вес транспортных связей и решить задачу размещения объектов транспортной инфраструктуры по заданному критерию оптимальности – минимальному времени нахождения пешеходов на улично-дорожной сети.

Ключевые слова: оптимизация пешеходное движение, транспортная инфраструктура, экономический каркас, экологический каркас, социальный каркас.

Введение

Надежность решений по организации пешеходного движения определяется точностью и достоверностью исходных показателей. В условиях сложившейся транспортной инфраструктуры в городах возможен достаточно точный расчет основных характеристик пешеходного потока. Методы транспортного планирования позволяют прогнозировать интенсивность, скорость, плотность, состав и направленность пешеходного потока с большей степенью достоверности. Однако в по-

3. Patented "chain excavator." Number 90461, IPC E 02 F 3/08. Posted on 10.01.2010. Demidenko A. I., Semkin D. S.

4. Patented "excavator working equipment." Number 9116519, IPC E 02 F 3/28. Posted on 27.05.2012. Demidenko A. I., Bilyalov A. M.

Демиденко Анатолий Иванович – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – теория управления и конструирования землеройных, дорожных и строительных машин с целью повышения их эффективности. Общее количество публикаций – 110 статей. E-mail: demidenko_ai@sibadi.org

Мораш Иван Сергеевич – аспирант кафедры «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - теория управления и конструирования землеройных, дорожных и строительных машин с целью повышения их эффективности. E-mail: iwan-morash@mail.ru

следние годы наметилась тенденция строительства объектов тяготения населения (жилых домов, развлекательных центров, гипермаркетов и т.п.) мощностью большей, чем предусматривают генпланы. Такая ситуация вызывает потребность в расширении коммуникаций, в том числе и пешеходных путей сообщения.

Вопросы оптимизации пешеходного движения рассматриваются учеными в основном с точки зрения оценки существующей организации движения [1, 3, 4, 6]. В работе предла-

гается новый подход к решению проблемы оптимизации пешеходного движения (рисунок 1), основанный не на функциональном зонировании территорий, а на построении кратчайшей связывающей сети путей сообщения. В предлагаемой модели в качестве точек генерации пешеходных потоков предлагается использовать остановки общественного транспорта.

Основная часть

Модель развития пешеходного движения в рамках пространственного планирования разрабатывается в соответствии с Градостроительным кодексом РФ по обоснованию выбранного варианта размещения объектов инфраструктуры на основе анализа современного использования территории, возможных направлений ее развития и прогнозируемых ограничений. Аналогично этим требованиям определяется последовательность разработки модели "от общего к частному".

Для получения общего представления о планируемой территории пешеходного движения возможно разработать модель ее пространственной организации с выделением укрупненных зон интенсивного, экстенсивного и ограниченного развития территории, отличающихся транспортной доступностью. Последовательность разработки модели представлена на рисунке 1.

Изучение исходных данных для определения общего потенциала территории включает информацию о наличии планировочных ограничений, природных и техногенных рисков градостроительного развития и возможностях их снижения. Комплексная оценка состояния и современного использования территории предполагает изучение уровня развитости социально-экономического комплекса и системы расселения, оценку возможностей устойчивого развития территории и сбалансированного социально-экономического развития, а также определение проблемных ситуаций и первоочередных задач их решения.

Для анализа и оценки современного состояния и использования планируемой территории могут использоваться разные виды информации и материалов: картографических, статистических, правовых, аналитических о состоянии территории, ее природно-ресурсном потенциале, в том числе о природных условиях, влияющих на особенности организации градостроительной и хозяйственной деятельности, об уровне развития

социально-экономического комплекса, об имеющихся на территории ограничениях.

На основе анализа и оценки современного состояния и использования планируемой территории разрабатывается карта с отображением преимущественного использования территории, зон ограничений для организации пешеходного движения, в т.ч. территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций. На основе анализа планировочной организации территории разрабатывается модель пешеходного движения.

Задача градостроительных обоснований в целом [2] заключается в привязке приоритетных направлений социально-экономического развития к территории в виде объектов транспортной инфраструктуры на основе сбалансированного учета экологических, экономических и социальных факторов (фундаментальные внешние условия и ограничения) и формирования безопасных, благоприятных условий жизнедеятельности человека (т.е. структурирование территории по приоритетным видам использования).

Реализация указанных принципов обеспечивается формированием системы каркасов территории на основе сбалансированного учета фундаментальных внешних условий и ограничений развития территории [5]:

- экономического каркаса, формируемого планировочными осями и центрами: территориально-производственные комплексы, промышленные узлы, кластеры различного профиля, индустриальные парки, центры инновационного развития, крупные объекты инженерно-транспортной инфраструктуры и т.д.;

- социального каркаса, формируемого центрами расселения (центры административного, организационно-хозяйственного, культурно-бытового обслуживания в области образования, здравоохранения, социального обеспечения, физкультуры и спорта - центры систем расселения разного ранга, формируемые на основе наиболее развитых и удобно расположенных по доступности городских и сельских населенных пунктов);

- экологического каркаса, формируемого территориями с особым природоохранным статусом (особо охраняемые природные территории, лечебно-курортные и рекреационные местности, водоохранные зоны, лесозащитные полосы, зеленые зоны городов и др.).

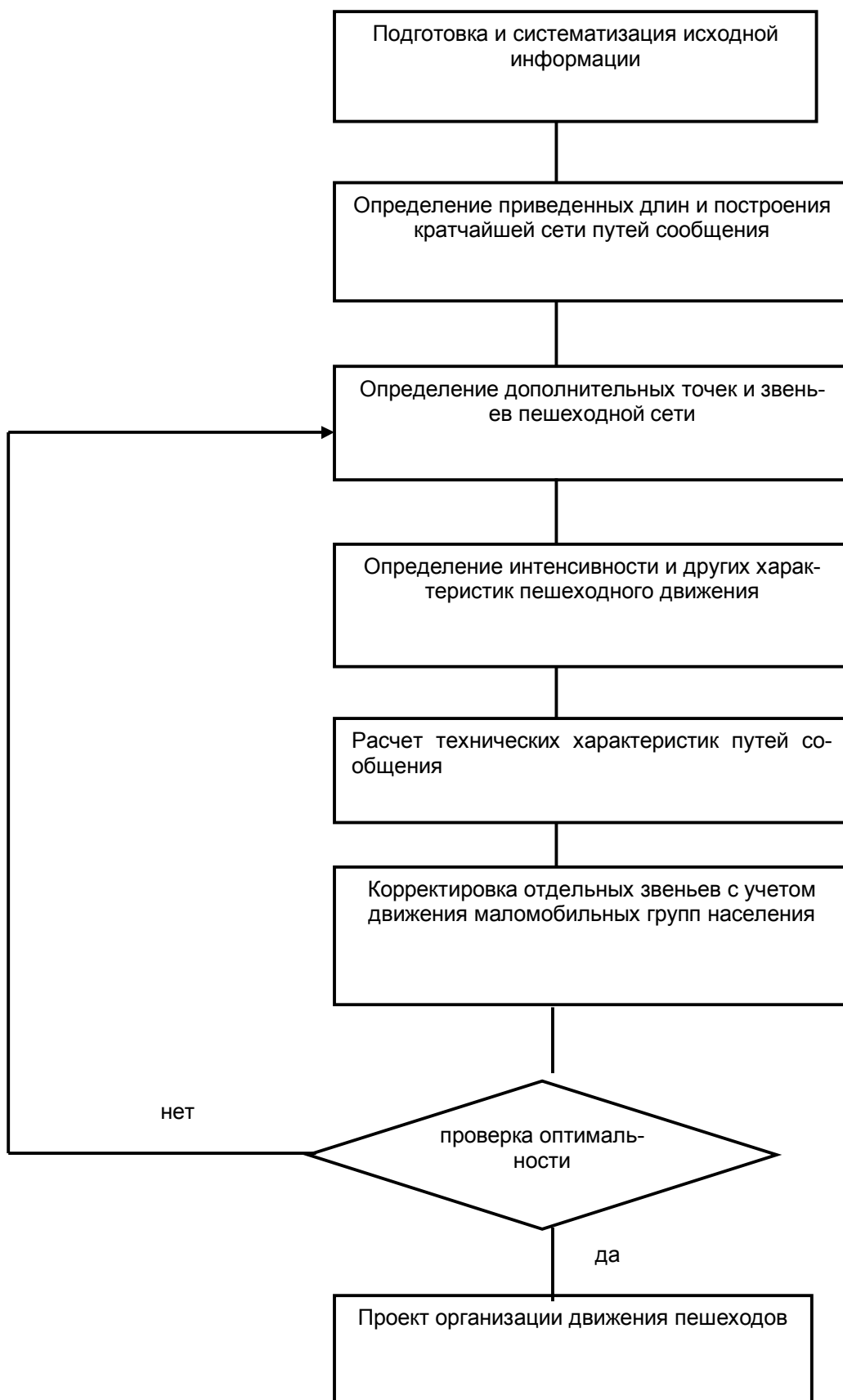


Рис. 1 . Блок-схема оптимизации пешеходного движения

Заключение

Модель развития территории, сформированная системой экономического, социального и экологического каркасов, позволяет создать благоприятные условия жизнедеятельности человека, обеспечить инфраструктурные условия развития (в т.ч. формирование зон опережающего развития разного вида и "точек роста"), обеспечить рациональное использование природных ресурсов и сохранение ценных природных комплексов, а также позволяет прогнозировать рациональное развитие различных частей территории. Обоснование планируемого местоположения объектов транспортной необходимо проводить с позиции соответствия их планируемого размещения экономическому, социальному или экологическому каркасам и оказываемого ими влияния на комплексное развитие территории.

При описанном выше подходе к решению проблем оптимизации пешеходного движения возможно с высокой степенью достоверности определить вес транспортных связей и решить задачу размещения объектов транспортной инфраструктуры по заданному критерию оптимальности – минимальному времени нахождения пешеходов на улично-дорожной сети.

Библиографический список

1. Коновалова Т. В., Котенкова И. Н. Транспортная инфраструктура: учеб. пособие. – Краснодар.: Изд. ООО «Издательский Дом - Юг», 2013. – 286 с.
2. "Методические рекомендации по подготовке проектов схем территориального планирования субъектов Российской Федерации" (утв. приказом Минрегиона России от 19.04.2013 N 169)
3. Методики расчета средней задержки транспортных средств и пешеходов на регулируемых пересечениях Скульбеденко Н. А., Антонова А. А., Липницкий А. С. депонированная рукопись № 129-В2009 13.03.2009
4. Система регулирования дорожного движения на нерегулируемом пешеходном переходе Гайфуллин В. М., Ларин О. Н., Феоктистов А. Л. патент на полезную модель RUS 122514 15.03.2012
5. Девятков М. М., Полякова Е. С. Анализ соответствия геометрических параметров улиц и дорог местного значения городов их современному функциональному назначению и меры по их модернизации // Дороги и мосты. - 2012. - № 2.- С. 210-220.
6. Симуль М. Г., Александров Н. С. Моделирование конфликтных ситуаций на наземных пешеходных переходах городских дорог и улиц для повышения безопасности движения // Вестник СибАДИ. - 2012. - № 1.(23) - С. 47-50.

OPTIMIZATION OF PEDESTRIAN TRAFFIC IN THE SYSTEM OF TRANSPORT PLANNING

D. V. Kolimeitseva, T. V. Konovalova,
I. N. Kotenkova, A. A. Lazarev

In this article the author considers the variant of the decision of problems of optimization of pedestrian traffic is possible with a high degree of accuracy, determine the weight of transport links and solve the problem of accommodation of objects of transport infrastructure on the specified criteria of optimality is a minimum residence time of the pedestrians in the street and road network.

Keywords: optimization of foot traffic, the transport infrastructure, the economic framework, environmental framework, the social framework

Bibliographic list

1. Konovalov T. V., Kotenkova I. N. Transport infrastructure: Textbook. allowance. - Krasnodar.: Ed. LLC «Publishing House - South», 2013. - 286 p.
2. "Methodical recommendations on preparation of projects of territorial planning schemes of the subjects of the Russian Federation" (approved by the order of Ministry of regional development of Russia from 19.04.2013 N 169)
3. Methods of the calculation of the average delay of vehicles and pedestrians on regulated intersections Skylbedenko N. A., Antonov A. A., Alexander Lipnitsky deposited manuscript № 129-In 2009 13.03.2009
4. Traffic control systems on the unregulated pedestrian crossing Gaifullin V. M., Larin O. N., Feoktistov A. L. the patent for useful model RUS 122514 15.03.2012
5. Devyatov M. M., Polyakova E. S. Analysis of compliance of the geometric parameters of streets and local roads cities to their modern functional purpose and measures for their modernization // Roads and bridges. - 2012. - № 2. - P. 210-220.
6. Simul M. G., Alexandrov N. S. Simulation of conflict situations on the ground pedestrian crossings urban expensive and streets to improve traffic safety // – Vestnik SibADI. - 2012. - №. 1. (23) – P. 47-50.

Коломийцева Диана Владимировна – студент кафедры «Организации перевозок и дорожного движения» Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: организация безопасность движения; общее количество публикаций 3 статья, e-mail: diana_1993rus@mail.ru

Коновалова Татьяна Вячеславовна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая, доцент кафедры Организации перевозок и дорожного движения Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: организация безопасность движения; общее количество публикаций 87 статья, e-mail: tan_kon@mail.ru

Котенкова Ирина Николаевна – старший преподаватель кафедры «Организации перевозок и дорожного движения» Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: организация безопасность движения; общее количество публикаций 15 статья, e-mail: mys-ka@mail.ru

Лазарев Альберт Александрович – студент кафедры «Организации перевозок и дорожного движения» Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: организация безопасность движения; общее количество публикаций 2 статья, e-mail: alik_23rus@mail.ru

УДК 629.113

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОПРИВОДА МАШИН

В. Н. Кузнецова, В. В. Савинкин

Аннотация. В статье рассмотрены способы модернизации гидропривода строительных и дорожных машин для рекуперирования энергии. Рационализация использования кинетической энергии позволит существенно повысить энергоэффективность эксплуатации техники.

Ключевые слова: машина, гидропривод, энергия, рекуперирование.

Введение

Снижение эффективности работы дорожных и строительных машин обусловлено тяжелыми условиями их эксплуатации, значительной удаленностью от баз сервиса и режимами циклически изменяющейся нагрузки. Практика показывает, что при выполнении машиной энергоемких операций только около 80 % затрачиваемой энергии приходится на эффективную работу, а все остальное составляют потери. Поэтому потери целесообразно использовать в технологическом процессе, тем самым создав замкнутый круг преобразования энергии. Следовательно, важной инженерной задачей стоит использование потерь энергии за счет сил противодействия сопротивлению. В этой связи особую актуальность приобретают разработка и научное обоснование новых технических решений, направленных на использование рекуператоров энергии и исследование их влияния на энергетические машины. Решение данной задачи позволит повысить эффективность их использования.

Основная часть

Необходимость эксплуатации машин в комплекте приводит к тому, что потеря работоспособности одной из машин приведет к нарушению всего технологического процесса. Кроме того, в взаимодействии узлов и агрегатов машин формирует сложную конструктивно-технологическую систему, эффективность которой характеризуется несколькими показателями, среди которых КПД и энергоемкость.

Технологические возможности такой землеройной машины как экскаватор зависят от вида рабочего оборудования, емкости ковша и системы его привода. В свою очередь показателями эффективности работы экскаватора будут производительность, экономичность, минимальное время рабочего цикла (так как при исправном гидроприводе на поворот стрелы расходуется до 70 % рабочего времени цикла экскаватора) и состояние гидропривода.

Большинство землеройных машин устроено и действует по принципу резания грунта и в процессе работы их гидроприводе необходимо преодолевать комплексное сопротивление копанью. При этом на силу резания грунта приходится наибольшая часть силы копания. Так, у бульдозеров сила резания составляет порядка 60-85 % силы копания, а у экскаваторов она достигает 74 %. Таким образом, сопротивление резанию грунта преобладает в составе суммарного рабочего сопротивления землеройных машин. Поэтому для производства земляных работ целесообразно использовать или преобразовывать кинетическую энергию рабочей жидкости, расходуемую на преодоление сил сопротивлений.

Основное содержание закона сохранения энергии заключается не только в установлении факта сохранения полной механической энергии, но и в установлении возможности взаимных превращений кинетической и потенциальной энергии тел в равной количественной мере при взаимодействии тел [1].

Как показывает мировая практика, целесообразнее всего кинетическую энергию машин аккумулировать с помощью высокодеформируемых упругих тел или маховиков.

Для модернизации гидропривода и поиска способов совершенствования, необходимо

исследовать наиболее нагруженные элементы и распределение величины давления в каждом элементе системы гидропривода машины (рис. 1.).

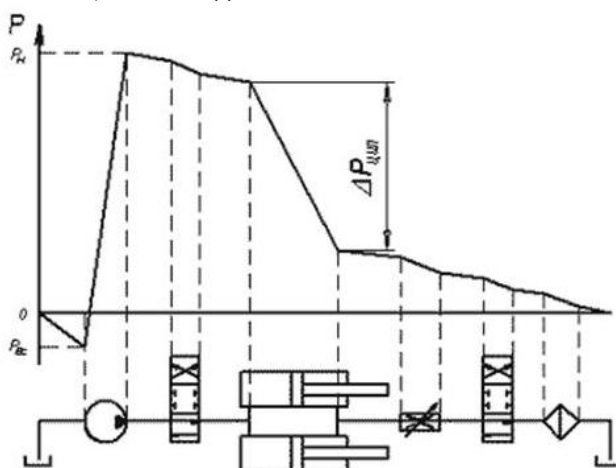


Рис. 1. Схема распределения давлений в гидросистеме

Согласно схеме гидропривода составим уравнения для давлений в полостях нагнетания гидроцилиндров P_1 и в полостях слива P_2 . Для этого составим схему распределения давлений в гидросистеме.

Уравнения давлений P_1 и P_2 запишем в виде:

$$P_1 = P_H - \Delta P_{зол1} - \Delta P_2, \quad (1)$$

$$P_2 = \Delta P_{др} - \Delta P_{зол2} - \Delta P_{ф} - \Delta P_2, \quad (2)$$

где P_1 - давление в поршневой полости гидроцилиндра, МПа; P_2 - давление в штоковой полости гидроцилиндра, МПа; P_H - давление, развиваемое насосом, МПа; $\Delta P_{зол1}$ и $\Delta P_{зол2}$ - перепады давлений на гидрораспределителе, МПа; ΔP_1 и ΔP_2 - перепады давлений в трубах l_1 и l_2 , МПа; $\Delta P_{др}$ - перепад давления на дросселе, МПа; $\Delta P_{ф}$ - перепад давления на фильтре, МПа.

В зависимости от величины полезного усилия R примем рабочее давление в гидросистеме, т.е. давление, развиваемое насосом P_H равным 6,3 МПа. Перепады давлений на золотнике, дросселе и фильтре примем следующим образом:

$$\Delta P_{зол1} = \Delta P_{зол2} = 0,2 \text{ МПа}. \quad (3)$$

Система постоянного давления отличается возможностью обеспечения стабильных характеристик привода на базе несложных устройств, имеющих большие производст-

венные падения мощности на клапане постоянного давления.

С целью нахождения ключевого звена гидропривода с точки зрения потерь проанализируем работу простейшего гидропривода с дроссельным регулированием.

Здесь энергия потока «лишней жидкости» диссипируется в тепло (поэтому предохранительный клапан часто называют кипячительным). При открытом клапане 2 нерегулируемый насос 1, работая на наибольшем допустимом давлении, потребляет соответствующую мощность от приводного двигателя и подвергается наибольшему напряжению. В это время эффективная (полезная) мощность снижается с уменьшением скорости гидродвигателя 3. Это основная причина недопустимо низкого КПД привода [2].

При использовании в схеме гидропривода пневмогидравлического аккумулятора с клапаном разгрузки насоса картина энергопотребления меняется (рис. 2.). В этом случае при необходимости получения требуемой (ограниченной) скорости исполнительного гидродвигателя существующий насос 1 полностью разгружается, и питание гидросистемы осуществляется от пневмогидравлического аккумулятора 4, который при необходимости будет оперативно подзаряжаться гидронасосом 1. Такой режим работы гидросистемы кардинально отличается от первоначального (рис. 2.).

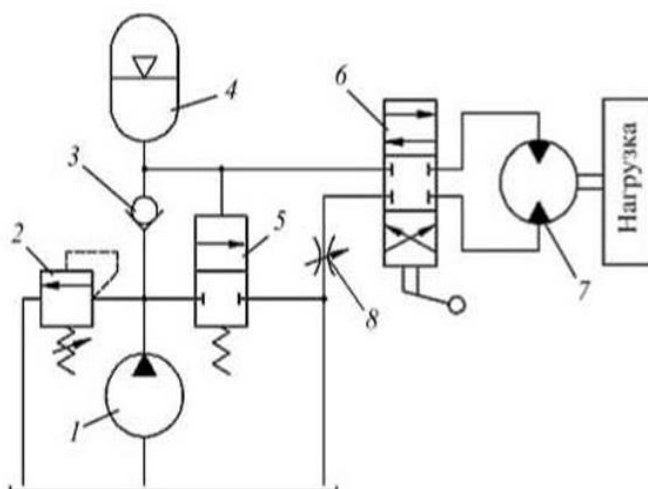


Рис. 2. Гидропривод с пневмогидравлическим аккумулятором
 1 - гидронасос; 2 - предохранительный клапан;
 3 - обратный клапан; 4 - пневмогидравлический аккумулятор;
 5, 6 - гидрораспределители; 7 - гидродвигатель; 8 – дроссель

При необходимости работы с частичной полезной мощностью (скоростью) гидронасос подачи рабочей жидкости разгружается, а приводной двигатель переходит в режим холостого хода. Кроме того, наличие аккумулятора с соответствующими параметрами позволяет уменьшить типоразмер насоса в 2 - 5 раз и делает гидросистему более эффективной (аккумулятор - источник энергии бесконечной мощности). Следовательно, привод с аккумулятором позволяет существенно повы-

сить коэффициент полезного действия (КПД) гидросистемы.

При работе клапана разгрузки процесс разгрузки насоса проводится в оптимальном режиме без дополнительного оборудования, и, следовательно, без дополнительных потерь. Используя такую методику, можно предложить гидропривод, рекуперирующий энергию опускаемого груза соответствующих машин (рис. 3.).

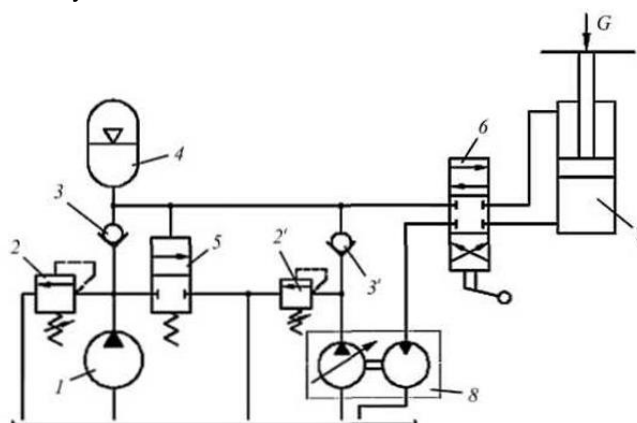


Рис. 3. Гидропривод, рекуперирующий энергию опускаемого груза
 1 - гидронасос; 2, 2' - предохранительные клапаны;
 3, 3' - обратные клапаны; 4 - пневмогидравлический аккумулятор;
 5 и 6 - гидрораспределители;
 7 - гидроцилиндр; 8 - блок системы рекуперации (гидромотор и регулируемый насос)

Заключение

В случае применения энергосберегающего гидропривода энергия грузоподъемных машин за полный цикл процесса подъема - опускания

будет стремиться к минимуму, так как поднимается и опускается один и тот же груз. Вместо регулируемого дросселя на выходе в качестве догружающего устройства установлен

гидромотор — привод регулируемого насоса. Регулируя рабочий объем насоса, можно добиться требуемой скорости опускания груза с использованием энергии опускания для зарядки аккумулятора. Такая схема является энергосберегающей как при подъеме груза, так и при его опускании.

Следует отметить, что эти схемы позволяют в качестве аккумулятора использовать маховики, которые, согласно исследованиям профессора Н. В. Гулия [2], проще и эффективнее пневмогидравлического аккумулятора. Ещё более эффективно, по мнению автора, использование теплового аккумулятора [3]. Но эти новации необходимо предварительно всесторонне исследовать в составе привода строительных и дорожных машин.

Библиографический список

1. Щербakov В. Ф. Рекуперативная система привода грузоподъемных машин // Строительные и дорожные машины - 2008. - №9. - С. 49–51.
2. Гулия Н. В. Удивительная механика. В поисках «Энергетической капсулы». М.: НЦ ЭНАС, 2006. 176 с.
3. Гринчар Н. Г. Надежность гидроприводов путевых, строительных и грузоподъемных машин: учеб. пособие для вузов / Н. Г. Гринчар - М.: МИИТ, 2001. - 112 с.

TO THE QUESTION OF INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY HYDRAULIC ACTUATOR OF MACHINE

V. N. Kuznetsov, V. V. Savinkin

In article ways of modernization of a hydraulic actuator of construction and road cars for an energy conversion are considered. Rationalization of use of kinetic energy will allow to increase power efficiency of operation of equipment essentially.

Keywords: machine, hydraulic actuator, energy, conversion.

Bibliographic list

1. Shcherbakov V. F. The regenerative drive system lifting equipment // Building and road machines - 2008. - № 9. - P. 49-51.
2. Hulya N. V. amazing mechanic. On the quest for the "Energy capsules." M. NTs ENAS 2006. 176 p.
3. Grinchar N. G. Reliability Hose travel, construction and lifting equipment: studies. manual for schools / N. G. Grinchar - M.; MIIT, 2001. - 112 p.

Кузнецова Виктория Николаевна – доктор технических наук, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направления научной деятельности: Оптимизация рабочих органов землеройных и землеройно-транспортных машин. Общее количество опубликованных работ: более 90. E-mail: dissovetsibadi@bk.ru

Савинкин Виталий Владимирович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева. Основные направления научной деятельности - повышение долговечности и надежности СДМ технологичными методами. Общее количество опубликованных работ: 56. E-mail cavinkin7@mail.ru.

УДК 629.1.032.001

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТОХОДОВ

С. И. Матросов

Аннотация. Рассматривается методика сравнительной оценки эффективности различных систем передвижения планетоходов с учетом их конструктивных особенностей и условий движения. Методика позволяет на этапе разработки планетохода объективно оценить способность машины перемещаться по неподготовленной поверхности планет

Ключевые слова: планетоход, шасси, оценка эффективности, устойчивость, проходимость, подвижность

Введение

Контактные методы исследования планет требуют создания передвижных лабораторий,

оснащенных различными комплектами оборудования. В качестве шасси такой лаборатории выступает специфическая транспортная ма-

шина – планетоход. В настоящее время в России и за рубежом выполнены многочисленные проекты планетоходов. Актуальным становится вопрос сравнительной оценки существующих и разрабатываемых конструкций систем передвижения для планетоходов. В настоящее время наиболее известны планетоходы с системой передвижения:

- колесные с четырьмя, шестью и восемью колесами (типа Луноход-1-2);
- гусеничные с двумя и четырьмя гусеницами (первые макеты Луноходов);
- колесно-шагающие (типа Марсоход-96) с жесткими и шарнирными рамами.

Для решения этого вопроса требуется предложить базу критериев и методику сравнительной оценки.

Методики сравнительной оценки конструкций разработаны применительно к автомобилям [1] и шасси боевых и транспортных гусеничных машин [2]. Однако, планетоход отличается от прочих транспортных машин, и применяемые подходы [1,2 и др.] требуют существенной корректировки. Главным свойством планетохода является способность сохранять подвижность, что определяется эффективностью работы его системы передвижения.

Поэтому на этапе разработки планетохода важным является возможность оценить эффективность различных систем движения и выбрать систему, наиболее удовлетворяющую ожидаемым условиям эксплуатации.

Методика оценки должна позволять учитывать конструктивные особенности системы передвижения (включая возможность реализации разных режимов движения, допускаемых, например, колесно-шагающим и гусенично-шагающим движителями) и условий движения.

В настоящее время такая общепринятая методика неизвестна. Основы рассматриваемой в данной статье методики сравнительной оценки систем передвижения были разработаны В.В. Громовым (ОАО «ВНИИ Трансмаш», Санкт-Петербург).

Основная часть

Примем в качестве показателя эффективности системы передвижения показатель K_3 , определяемый, как сумма частных показателей:

$$K_3 = \sum_j K_{3j} = K_{3\text{оп}} + K_{3\text{про}} + K_{3\text{уст}}$$

Здесь K_{3j} – частные показатели, характеризующие работу системы передвижения ($K_{3\text{оп}}$ – показатель эффективности по опорной проходимости; $K_{3\text{про}}$ – показатель эффективности по профильной проходимости; $K_{3\text{уст}}$ – показатель эффективности по устойчивости от опрокидывания на склонах с твердой поверхностью).

Каждый из этих частных показателей может быть определен по выражению вида:

$$K_{3j} = M_j K_j / \sum_{i=1}^n K_{ji}, \text{ то есть: } \begin{cases} K_{3\text{оп}} = M_{\text{оп}} \left(K_{\text{оп}} / \sum_{i=1}^n K_{\text{оп}i} \right) \\ K_{3\text{про}} = M_{\text{про}} \left(K_{\text{про}} / \sum_{i=1}^n K_{\text{про}i} \right) \\ K_{3\text{уст}} = M_{\text{уст}} \left(K_{\text{уст}} / \sum_{i=1}^n K_{\text{уст}i} \right) \end{cases}$$

Здесь M_j – коэффициент значимости (весовой коэффициент [3]) для рассматриваемого показателя K_j , n – число сравниваемых систем передвижения (то есть: $M_{\text{оп}}$ – коэффициент значимости показателя $K_{\text{оп}}$ опорной проходимости; $M_{\text{про}}$ – коэффициент значимости показателя $K_{\text{про}}$ профильной проходимости; $M_{\text{уст}}$ – коэффициент значимости показателя $K_{\text{уст}}$ устойчивости от опрокидывания).

В качестве показателя проходимости $K_{\text{оп}}$ используется площадь под графиком зависимости «коэффициент тяги K_T – коэффициент буксования σ », отнесенная к коэффициенту тяги на подъем с углом естественного откоса $K_{T\text{ог}}$; ($K_T = tg\alpha$, где α – угол подъема):

$$K_{\text{оп}} = \int_0^1 K_T(\sigma) d\sigma / K_{T\text{ог}}$$

На рисунке 1 показана зависимость $K_T(\sigma)$, полученная при ходовых испытаниях шестиколесного макета планетохода, разработанного в рамках проекта «Марс-96».

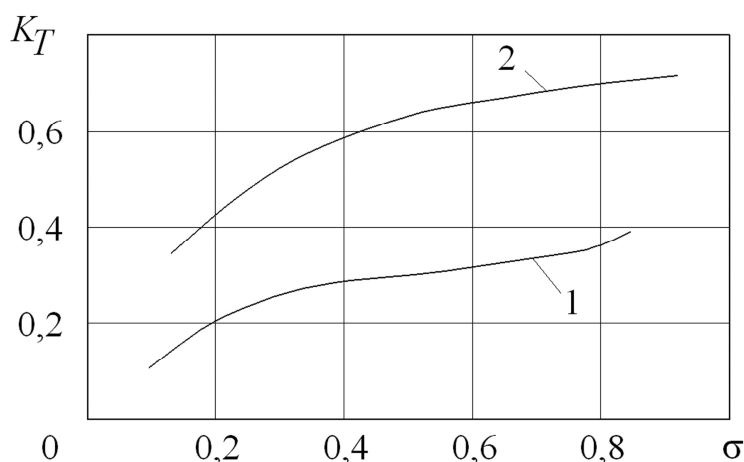


Рис. 1. Изменение коэффициента свободной силы тяги K_T от буксования σ для режимов работы

В первом приближении считая зависимость $K_T(\alpha)$ линейной, выделим два частных случая.

Для системы передвижения с колесношагающим движителем:

$$K_{оп} = 2 \frac{K_{т\text{ог}}(1-\sigma) + 0,5K_{т\text{ог}}\sigma}{K_{т\text{ог}}} = 2 - \sigma. \quad (1)$$

Множитель 2 введен для того, чтобы обеспечить преобладание показателя $K_{оп}$ с показателем $K_{т\text{max}}$, применяемым для характеристики проходимости традиционных движителей.

Для системы с традиционным колесным движителем $K_T = K_{т\text{max}}$; при $\sigma = 1$ имеем:

$$K_{оп} = K_{т\text{max}} / K_{т\text{ог}}. \quad (2)$$

При более строгом подходе при определении значения показателя $K_{оп}$ следует учесть нелинейность зависимости $K_T(\alpha)$.

Из выражений (1) и (2) следует, что при значении $K_{оп} > 1$ система передвижения преодолевает подъемы с углом естественного откоса грунта; при $K_{оп} < 1$ преодоление таких подъемов невозможно.

Показатель профильной проходимости определен, как:

$$K_{пр} = \frac{H_{\text{max}}}{L} \left(\frac{B_p}{B} + \frac{H_{\text{кл}}}{H_{\text{цт}}} \right). \quad (3)$$

Здесь H_{max} – максимальная высота преодолеваемого препятствия; L – база движителя; B_p – ширина рабочей части движителя;

B – ширина движителя; $H_{\text{кл}}$ – клиренс; $H_{\text{цт}}$ – высота центра тяжести (центра масс) планетохода.

Второй сомножитель в выражении (3) характеризует геометрию движителя. В частности, его первое слагаемое характеризует соотношение ширины рабочей части движителя, взаимодействующей с поверхностью, и его внешний габарит.

Частный показатель устойчивости от опрокидывания на склонах определим, как:

$$K_{уст} = \text{tg} \alpha_{\text{max}},$$

где α_{max} – максимальный угол подъема с твердой поверхностью, на котором сохраняется устойчивость планетохода.

Коэффициенты значимости $M_{оп}$, $M_{пр}$, $M_{уст}$ определяются условиями движения (таблица 1). В одних ситуациях определяющей является опорная проходимость (ровная без препятствий поверхность со склонами различной крутизны и грунтами с различной несущей способностью). В других (поверхность, насыщенная препятствиями) – профильная проходимость. В реальных условиях значения коэффициентов лежат в пределах от 0 до 1:

$$0 \leq M_j \leq 1.$$

Значение весового коэффициента можно определять методом экспертных оценок [3] или получать на основе статистической обработки данных.

Таблица 1 - Зависимость значений весовых коэффициентов от условий движения

Условия движения	Значение весового коэффициента			Поверхность
	$M_{оп}$	$M_{мп}$	$M_{уст}$	
Крутые склоны с рыхлым грунтом	1	0	0	Склоны кратеров, барханов
Крутые склоны с твердой поверхностью	0	0	1	Выходы скальных пород
Скопление камней	0	1	0	Выбросы разрушенных скальных пород
Сложный рельеф поверхности с сыпучим грунтом и скоплением камней	1	1	0	Бровки кратеров, каньоны

Для более объективной оценки системы передвижения целесообразно ее рассматривать относительно системы, принятой за базовую, используя показатель уровня K_y :

$$K_y = K_3 / K_{3,6},$$

где $K_{3,6}$ – показатель эффективности базовой системы передвижения.

Результаты расчетов показателей эффективности систем передвижения для некоторых вариантов конструкций приведены в таблице 2. В качестве базовой системы передвижения выбрано шасси Лунохода-1, -2.

Согласно расчетам, наиболее высокие показатели эффективности получены для системы передвижения В1 (3-х модульная с шарнирной рамой и колесно-шагающим двигателем). Показатель уровня этой системы в 4,3 раза выше, чем для шасси Лунохода-1, -2.

Одна из конструктивных особенностей этой системы состоит в том, что двигатель занимает практически всю ширину шасси ($B \approx B_p$), делая его практически бесклиренсным при минимальной базе (конструкция шасси позволяет управлять величиной базы).

Колесно-шагающий двигатель обеспечивает движение по слабым и сыпучим грунтам, а также преодоление максимально возможных подъемов, то есть подъемов с углом естественного откоса грунта (для сыпучего грунта $\alpha_{max} = 33^\circ$), что подтверждено при испытаниях макета. Планетоходы с традиционными типами двигателя такие подъемы не преодолевают.

Кроме того, бесклиренсный колесно-шагающий двигатель с шарнирной рамой

обладает существенным преимуществом по профильной проходимости (показатель $K_{мп}$ более чем на порядок выше по сравнению с шасси Лунохода-1,-2). Следствием является сокращение количества маневров по объезду сложных по рельефу и грунтовым условиям участков. Благодаря этому движение осуществляется по более короткой траектории.

Остальные варианты систем передвижения, согласно расчетам, по величине обобщенного показателя эффективности расположились между вариантом В1 и шасси Лунохода-1,-2.

Интерес представляет расширение набора анализируемых конструкций систем передвижения, что и производится по мере поступления необходимых исходных данных.

Заключение

Приведенные результаты сравнительной оценки показывают, что наиболее эффективной системой передвижения планетоходов является трехмодульная с шарнирной рамой и колесно-шагающим двигателем (6×6).

Методика оценки позволяет при необходимости расширить критериальную базу, что в итоге дает возможность повысить точность оценки.

Предложена методика сравнительной оценки эффективности систем передвижения планетоходов и критериальная база, позволяют работать с большинством используемых типов двигателя (исключение составляет прыжковый двигатель, разработанный для проекта «Фобос»).

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 2 - Сравнительная оценка эффективности различных вариантов систем передвижения

Вариант	Устойчивость от опрокидывания		Опорная проходимость			Профильная проходимость								Показатели эффективности		
	$K_{уст}$	$M_{уст}$	$K_{г\ max}$	$K_{оп}$	$M_{оп}$	H_{\max} , м	L , м	$H_{шт}$, м	B , м	B_p , м	$H_{кл}$, м	$K_{шт}$	$M_{шт}$	$K_{эj}$	$K_э$	K_y
В1	–	0	0,65	1,800	1	1,00	1,4... 2,5 (ср, 1,8)	0,5	1,68	1,55	0,265	–	0	0,403	1,38	4,30
	2,50	1	–	–	0							–	0	0,539		
	–	0	–	–	0							0,810	1	0,337		
В2	–	0	0,50	0,170	1	0,60	2,7	1,4	2,00	0,53	0,700	–	0	0,172	0,44	1,38
	0,97	1	–	–	0							–	0	0,134		
	–	0	–	–	0							0,170	1	0,130		
В3	–	0	0,40	0,615	1	0,80	3,0	0,6	2,00	0,50	0,250	–	0	0,138	0,55	1,72
	2,00	1	–	–	0							–	0	0,14		
	–	0	–	–	0							0,178	1	0,27		
В4	–	0	0,47	0,725	1	0,43	3,3	2,0	2,80	0,30	0,736	–	0	0,162	0,31	0,97
	0,84	1	–	–	0							–	0	0,039		
	–	0	–	–	0							0,050	1	0,113		
Луноход-1(2)	–	0	0,36	0,555	1	0,25	1,7	0,8	1,80	0,40	0,300	–	0	0,124	0,32	1,00
	1,10	1	–	–	0							–	0	0,047		
	–	0	–	–	0							0,080	1	0,148		

Примечания:

В1 – трехмодульная с шарнирной рамой и колесно-шагающим движителем (6×6);

В2 – с жесткой рамой и 4-х гусеничным движителем (4×4);

В3 – 3-х модульная с шарнирной рамой и колесным движителем (6×6);

В4 – с жесткой рамой и 4-х колесным движителем переменной базы (4×4).

Библиографический список

1. Фаробин Я. Е. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок / Я. Е. Фаробин, В. С. Щупляков. – М.: Транспорт, 1983. – 200 с.

2. Добрецов Р. Ю. Комплексная оценка потерь мощности в шасси гусеничной машины на этапе

проектирования // «Научно-технические ведомости СПбГПУ» Наука и образование. – 2009. – №3 – С. 163-168.

3. Орлов А. И. Теория принятия решений. Учебное пособие. – М.: Издательство «Март», 2004. – 656

COMPARATIVE ESTIMATION OF EFFICIENCY OF MOVEMENTS SYSTEMS OF PLANETROVERS

S. I. Matrossov

The methodology of the comparative assessment of the effectiveness of different locomotion systems of planetrovers with regard to their design features and conditions for moving. This technique allows the development stage planetrover objectively evaluate the ability of the rover to move on unprepared surface of planets.

Keywords: planetrover, locomotion system, estimation of efficiency, maneuverability, mobility.

Bibliographic list

1. Farobin I. E. Otsenka ekspluatatsionnykh svoystv avtopoezdov dlia mezhdunarodnykh perevozk / I. E. Farobin, V. S. Shchupliakov. – M.: Transport, 1983. – 200 s. (rus.)

2. Dobretsov R. Yu. Kompleksnaia otsenka poter' moshchnosti v shassi gusenichnoi mashiny na etape proek-tirovaniia // «Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU» Nauka i obrazovanie. – 2009. – №3 – S. 163-168. (rus.)

3. Orlov A. I. Teoriia priniatiia reshenii. Uchebnoe posobie. – M.: Izdatel'stvo «Mart», 2004. – 656 s. (rus.)

Матросов Сергей Ильич – Заслуженный машиностроитель РФ, начальник отдела международной кооперации ОАО «ВНИИ Транспортного машиностроения» (Санкт-Петербург); Генеральный директор НТ ЗАО «Ровер». Основное направление научных исследований – робототехника. Общее количество публикаций – более 40. E-mail: rover@peterlink.ru.

УДК 621.878.6

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА КОВША СКРЕПЕРА (КОПАНИЕ И ВЫГРУЗКА ГРУНТА)

Л. А. Хмара, М. А. Спильник

Аннотация. Экспериментально доказана возможность снижения усилия процесса выгрузки грунта из ковша скрепера, за счёт изменения формы днища на полукруглое и задней стенки на стенку радиусного типа.

Ключевые слова: скрепер, выгрузка, полукруглое днище, задняя стенка радиусного типа, снижение усилия.

Введение

Основные усовершенствования ковшей скреперов направлены на улучшение поступления грунта в ковш как с применением различных интенсификаторов, так и с изменением форм элементов ковша [1].

Целью статьи является повышение эффективности рабочего процесса ковша скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа [2].

Задачи исследования:

- разработать модели ковшей скреперов с полукруглым днищем и задними стенками маятникового типа различной кривизны в условиях изменения места приложения усилия гидроцилиндра по её высоте;

- провести экспериментальные исследования процесса копания и выгрузки грунта из

моделей ковша скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа;

- определить рациональные параметры ковша скрепера с задней стенкой маятникового типа.

Основная часть

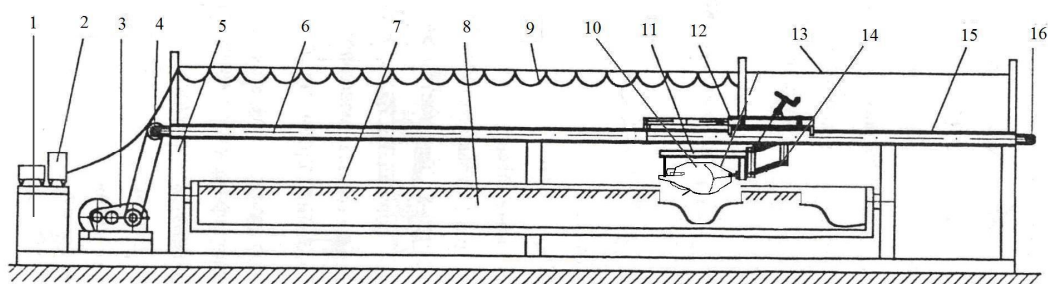
За основу взята физическая модель самоходного скрепера Д -357 [3], выполненная в масштабе 1:10. Модель ковша позволяет изменять днище и заднюю стенку (рис.1., б-д). Крепление привода задней стенки ковша скрепера изменялось по её высоте (рис. 2.). Одна из боковых стенок модели ковша скрепера выполнена прозрачной, что обеспечивает возможность визуально наблюдать за процессом взаимодействия рабочего органа со средой, фотографировать процесс.

Экспериментальные исследования процесса выгрузки грунта из ковшей скреперов

традиционного типа и с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа проводились с использованием метода приближенного физического моделирования рабочих процессов землеройно-транспортных машин (ЗТМ) [4,5] в лабораторных условиях кафедры СДМ ПГАСА (рис. 3.) [6]. Контроль, измерение силовых и энергетических параметров процесса при проведении экспериментальных исследований осуществлялся измерительной системой стенда. В комплект этой системы входят: универсальные тензоз-

венья, аналогово-цифровой преобразователь, персональный компьютер.

Моделирование грунта осуществлялось песчано-глинистой смесью, которая состоит из кварцевого песка на 85 % и лессовидного суглинка на 15 %. При экспериментах применялось приближенное моделирование физико-механических свойств разрабатываемой среды, а принадлежность грунта к категориям определялась по показателю C , количеству ударов модели динамического плотномера ДорНИИ. Влажность для данной категории грунта поддерживалась постоянная.



а)

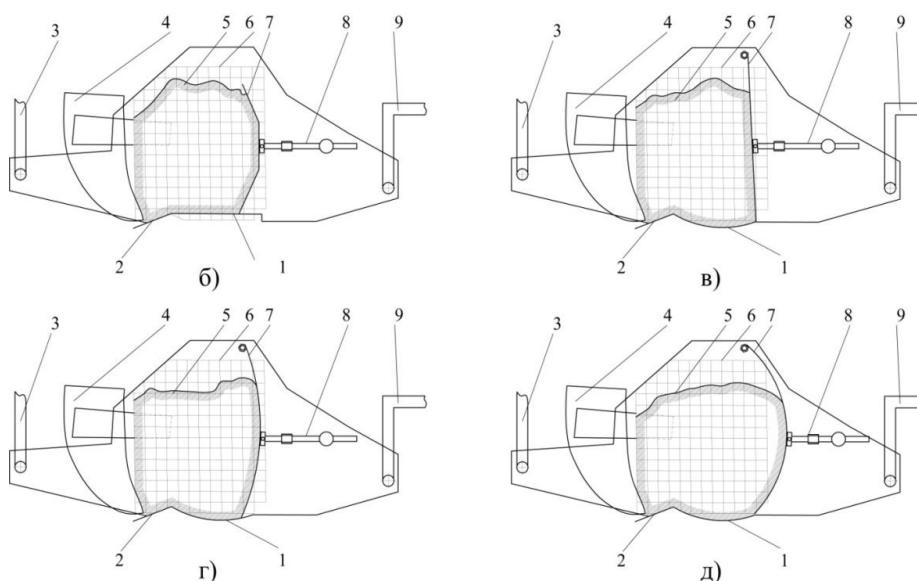


Рис.1. Схема стенда для физического моделирования рабочих процессов ЗТМ и исследуемые модели ковшей скреперов:

- а) стенд для физического моделирования рабочих процессов ЗТМ; 1- пульт управления; 2- АЦП; 3 – привод; 4- ведущий вал; 5- рама; 6 – направляющие балки; 7 – грунтовой контейнер; 8 – грунт; 9 – кабель; 10 – модель ковша; 11. Г-образный кронштейн; 12 – тензометрическая тележка; 13 – струна; 14 - параллелограммный механизм; 15 – приводной канат; 16 – ведомый вал; б) ковш традиционного типа; в), г), д) ковши с полукруглым днищем и задними стенками маятникового типа $R_1 = 0$ мм, $R_2 = (0,8...0,9) H_{zc}$ мм, $R_3 = 0,7 H_{zc}$ мм; 1 - днище; 2 - нож; 3 – передний кронштейн; 4 – передняя заслонка; 5 - грунт; 6 – прозрачная стенка; 7 – задняя стенка; 8 – привод задней стенки; 9 – Г-образный кронштейн

Исследования на физической модели осуществлялись следующим образом. Ковш находится в транспортном положении. Контролируется плотность набранного в ковш грунта. Далее передняя заслонка ковша 4 открывается и с помощью привода 8 (на котором установлен тензодатчик) производится выгрузка грунта. Равномерность движения задней стенки контролируется с помощью «сетки», нанесенной на прозрачную стенку 6 ковша скрепера.

В ходе экспериментальных исследований измерялось сопротивление выгрузки грунта

(Р вг) в условиях изменения места приложения усилия гидроцилиндра по высоте задней стенки ($\frac{H_1}{H_{3c}} = 0,06$; $\frac{H_2}{H_{3c}} = 0,2$; $\frac{H_3}{H_{3c}} = 0,35$;

$\frac{H_4}{H_{3c}} = 0,5$) (рис. 4, 5). Исследовались также

зависимости изменения длины выдвижения гидроцилиндра (L) от места приложения усилия гидроцилиндра по высоте задней стенки (рис. 6.).

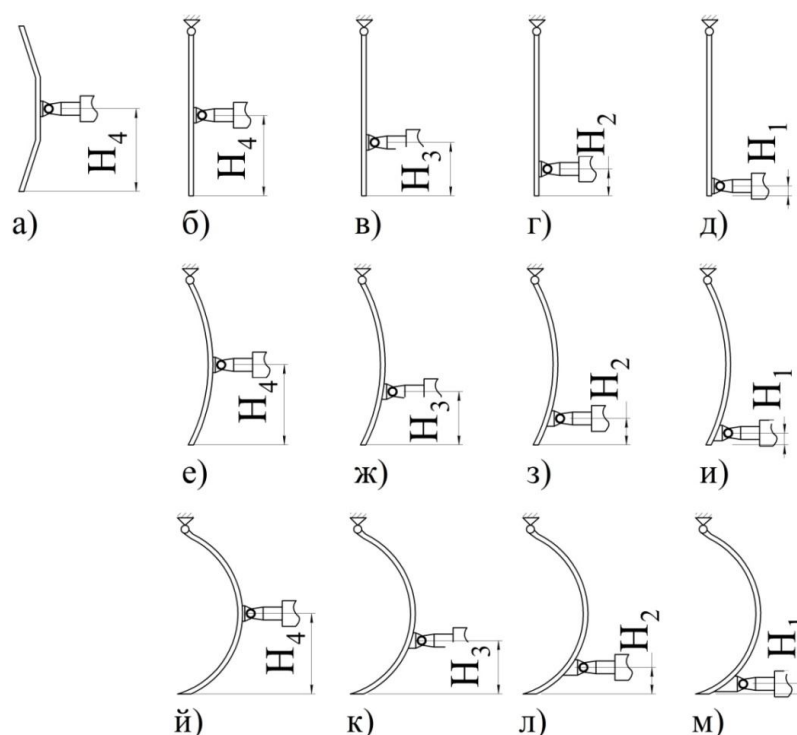


Рис. 2. Расположение гидроцилиндра на задних стенках ковша скрепера:
 а) - традиционная стенка; б), в), г), д) - стенка маятникового типа при $R_1 = 0$ мм; е), ж), з), и) - стенка маятникового типа при $R_2 = (0,8...0,9) H_{3c}$ мм; й), к), л), м) - стенка маятникового типа при $R_3 = 0,7 H_{3c}$ мм

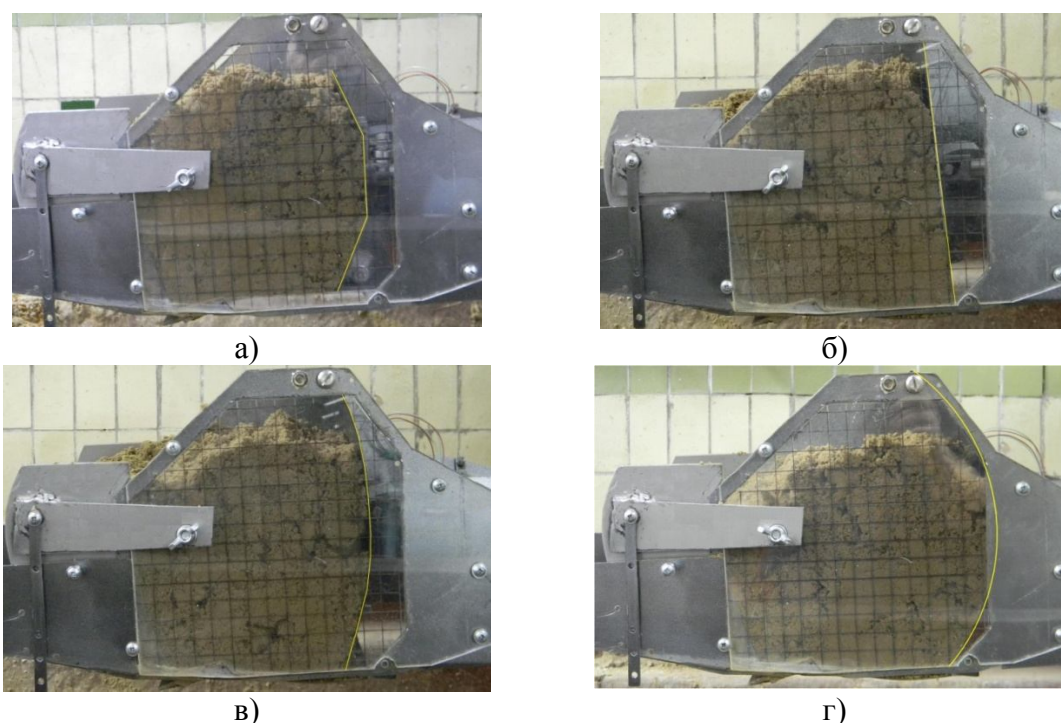


Рис. 3. Исследуемые модели конструкций экспериментальных ковшей скреперов: а) ковш традиционного типа; б), в), г) ковши с полукруглым дном и задними стенками маятникового типа $R_1 = 0$ мм, $R_2 = (0,8 \dots 0,9) H_{зс}$ мм, $R_3 = 0,7 H_{зс}$ мм

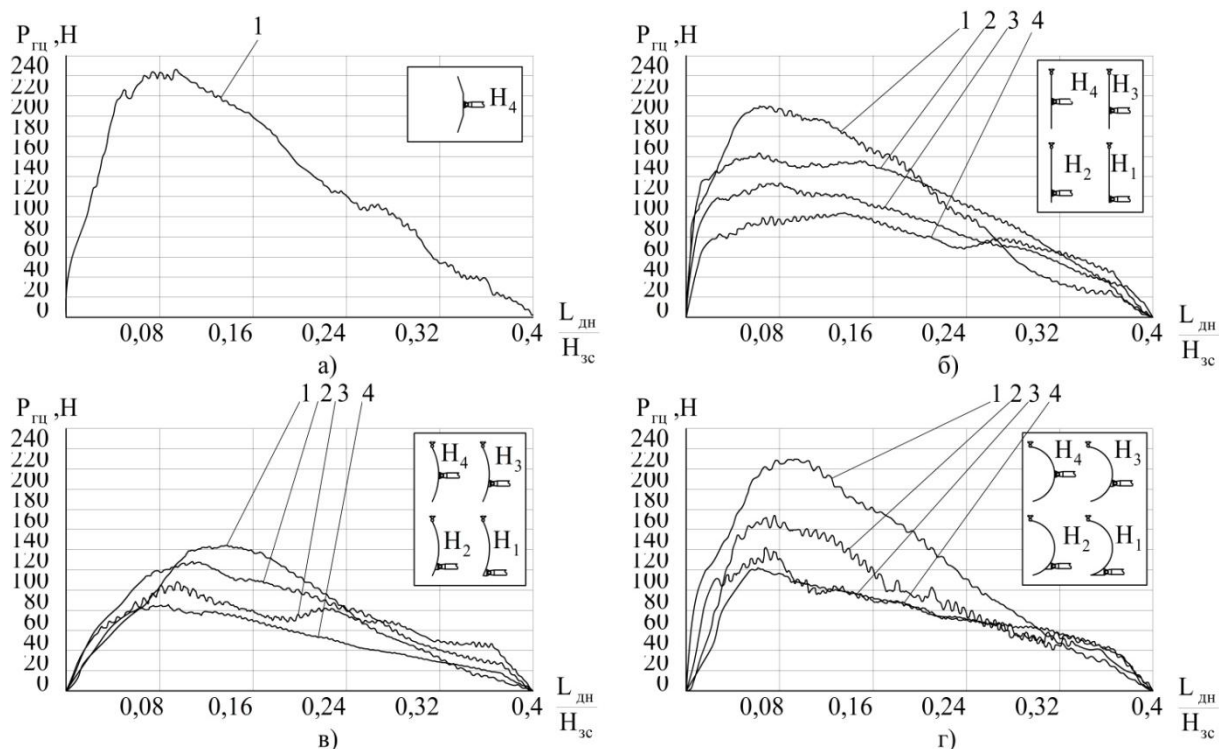


Рис. 4. Осциллограммы изменения усилия выгрузки, $P_{вг}$ от длины дна скрепера, $L_{дн}$: а) – традиционный ковш; б), в), г) ковши с полукруглым дном и задними стенками маятникового типа $R_1 = 0$ мм, $R_2 = (0,8 \dots 0,9) H_{зс}$ мм, $R_3 = 0,7 H_{зс}$ мм. Расположение гидроцилиндра на задней стенке ковша скрепера: 1 - $\frac{H_4}{H_{зс}} = 0,5$; 2 - $\frac{H_2}{H_{зс}} = 0,35$; 3 - $\frac{H_3}{H_{зс}} = 0,2$; 4 - $\frac{H_1}{H_{зс}} = 0,06$.

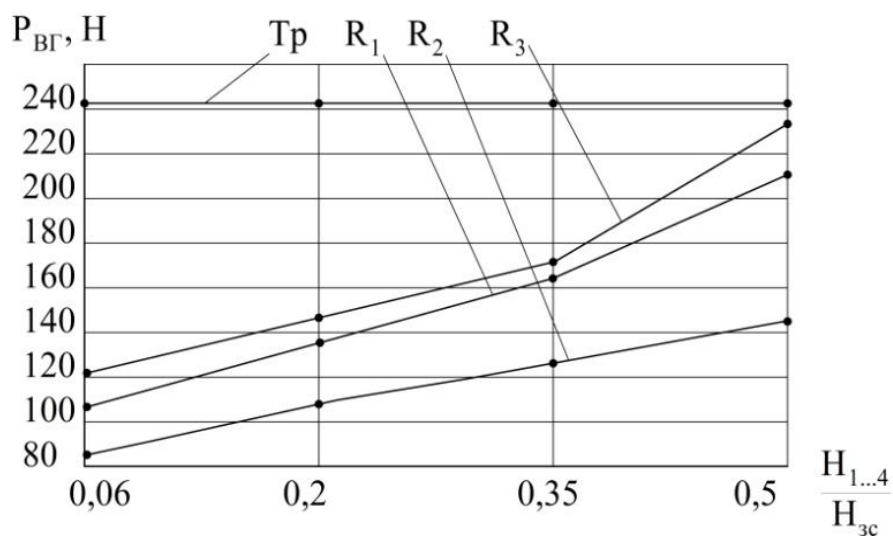


Рис. 5. График зависимости изменения усилия выгрузки, $P_{вг}$ от высоты крепления гидроцилиндра на задних стенках ковшей скреперов, $H_{1...4}$: Tp – традиционный ковш; R_1, R_2, R_3 – ковши с полукруглыми днищами и задними стенками маятникового типа при $R_1 = 0$ мм, $R_2 = (0,8...0,9) H_{3c}$ мм, $R_3 = 0,7 H_{3c}$ мм

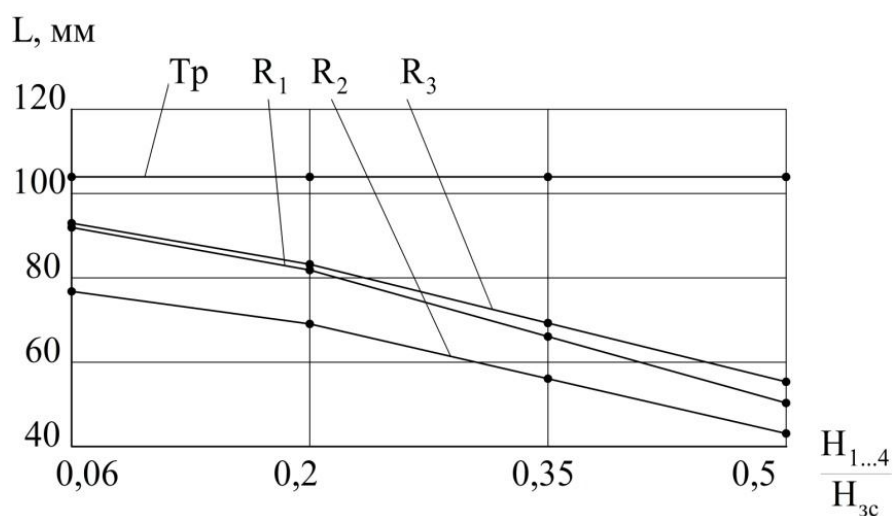


Рис. 6. График зависимости изменения длины выдвижения гидроцилиндра, L от высоты крепления гидроцилиндра на задних стенках ковшей скреперов, $H_{1...4}$: Tp – традиционный ковш; R_1, R_2, R_3 – ковши с полукруглыми днищами и задними стенками маятникового типа при $R_1 = 0$ мм, $R_2 = (0,8...0,9) H_{3c}$ мм, $R_3 = 0,7 H_{3c}$ мм

График зависимости изменения выполненной работы от места приложения усилия гидроцилиндра по высоте задней стенки ков-

ша скрепера представлен на рис.7. Результаты исследования сравнивались с данными ковша скрепера традиционного типа.

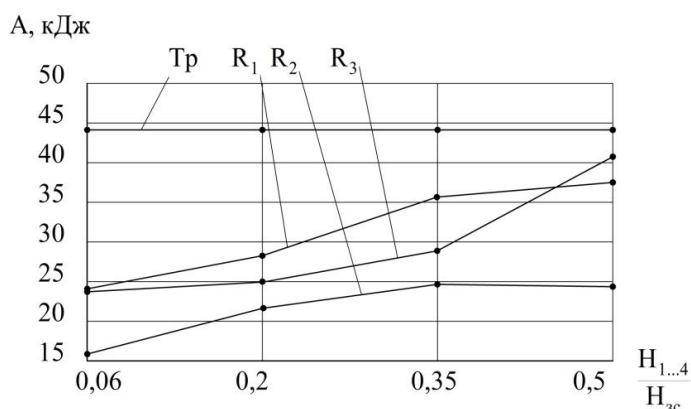


Рис. 7. График зависимости изменения выполненной работы выгрузки, А от высоты крепления гидроцилиндра на задних стенках ковшей скреперов, $H_{1...4}$: Тр– традиционный ковш; R_1, R_2, R_3 – ковши с полукруглыми днищами и задними стенками маятникового типа при $R_1=0$ мм, $R_2 = (0,8...0,9) H_{3с}$ мм, $R_3 = 0,7 H_{3с}$ мм

Результаты экспериментов представлены в таблице 1. Из данных таблицы 1 следует, что задняя стенка R_2 является рациональной при выгрузке грунта из ковша скрепера. Изменение места крепления гидроцилиндра от H_4 до H_1 снижает показатели максимального усилия Р и работы А, но увеличивает ход штока гидроцилиндра L (см. табл. 1).

После предварительного эксперимента по выбору типа задней стенки проведены исследования зависимости изменения горизонтальной составляющей сопротивления грунта при копании Р коп [7] и выгрузке Р вг традиционного ковша и ковша с полукруглым

днищем и задней стенкой маятникового типа с $R_2 = (0,8...0,9) H_{3с}$ мм от основных параметров: толщина грунтовой стружки h; плотность грунта С.

При исследовании процесса копания и выгрузки был использован метод математического планирования эксперимента. Использовали 2-х факторный, центральный, композиционный рототабельный план второго порядка (план Бокса) [8].

В соответствии с условиями 2-х факторного рототабельного планирования факторы изменялись на 5-ти уровнях (таблица 2).

Таблица 1 - Значения параметров: усилия выгрузки, длины хода штока гидроцилиндра, работы выгрузки

Высота крепления гидроцилиндра на задней стенке	Форма задних стенок	$P_{вг}$, усилие выгрузки грунта, Н	Снижение усилия выгрузки грунта, %	L, ход штока гидроцилиндра, мм	Снижение хода штока гидроцилиндра, %	A, работа выгрузки, кДж	Снижение работы выгрузки грунта, %
1	2	3	4	5	6	7	8
H_1	Традиц	245		104,2		44,490	
	R_1	210	14	53,35	48	37,568	15
	R_2	145	40	45,41	56	24,430	45
	R_3	230	6	58,13	44	40,673	8
H_2	R_1	164	33	67,85	34	35,873	19
	R_2	128	47	57,5	44	24,689	44
	R_3	174	28	71,27	31	29,060	34
H_3	R_1	134	45	82,47	20	28,378	36
	R_2	108	55	69,52	33	21,713	51
	R_3	143	41	83,7	19	25,028	43
H_4	R_1	105	57	91,83	11	24,256	45
	R_2	85	65	76,56	26	15,977	64
	R_3	122	50	92,54	11	23,889	46

Таблица 2 - Уровни варьирования факторов при проведении исследования

Факторы	Код. знач.	Уровни варьирования				
		-1,414	-1	0	+1	+1,414
h – толщина стружки, мм	X ₁	8	11	18	25	28
C – число ударов модели динамического плотнера ДорНИИ	X ₂	3	4	6	8	9

Уравнения регрессии поверхности отклика принятого критерия $P_{\text{коп}_{\text{тр}}}$, $P_{\text{коп}_{\text{пл}}}$ и $P_{\text{вГ}_{\text{тр}}}$, $P_{\text{вГ}_{\text{пл}}}$ описывались полиномиальной зависимостью 2-го порядка:

$$P_{\text{коп}_{\text{тр}}} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2;$$

$$P_{\text{коп}_{\text{пл}}} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2;$$

$$P_{\text{вГ}_{\text{тр}}} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2;$$

$$P_{\text{вГ}_{\text{пл}}} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2;$$

где $b_{0,1,2,11,12}$ – коэффициенты уравнения регрессии; $x_{1,2}$ – кодированные значения факторов ($x_1 - h$, $x_2 - C$).

Реализация плана эксперимента позволила получить пакет осциллограмм. После их расшифровки сформирован числовой массив значений принятых критериев оптимизации $P_{\text{коп}_{\text{тр}}}$, $P_{\text{коп}_{\text{пл}}}$ – усилия копания; $P_{\text{вГ}_{\text{тр}}}$, $P_{\text{вГ}_{\text{пл}}}$ – усилия выгрузки.

Статистическая обработка полученных данных позволила получить регрессионные зависимости критериев оптимизации $P_{\text{коп}_{\text{тр}}}$, $P_{\text{коп}_{\text{пл}}}$ и $P_{\text{вГ}_{\text{тр}}}$, $P_{\text{вГ}_{\text{пл}}}$ от принятых факторов ($x_1 - h$, $x_2 - C$).

Уравнение регрессии усилия копания грунта ковшем скрепера традиционного типа имеет вид:

$$P_{\text{коп}_{\text{тр}}} = 219,5 + 36,0076 \cdot C + 109,771 \cdot h - 23,3125 \cdot C^2 + 4,25 \cdot C \cdot h + 47,8126 \cdot h^2.$$

Уравнение регрессии усилия копания грунта ковшем скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа имеет вид:

$$P_{\text{коп}_{\text{пл}}} = 207,5 + 41,0454 \cdot C + 81,2785 \cdot h - 20,6251 \cdot C^2 + 18,75 \cdot C \cdot h + 31,8751 \cdot h^2.$$

Из графиков (рис. 8, а, б) следует, что процесс копания ковшами скреперов указанных типов происходит идентично. Снижение

усилия копания ковшем скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа объясняется меньшим уплотнением грунта в ковше за счет измененной донной части.

Уравнение регрессии усилия выгрузки грунта из ковша традиционного типа имеет вид:

$$P_{\text{вГ}_{\text{тр}}} = 277,0 + 18,1051 \cdot C + 41,7044 \cdot h - 7,06254 \cdot C^2 + 3,75 \cdot C \cdot h + 12,0626 \cdot h^2.$$

На рис. 8., в показано графическое изображение поверхности отклика $P_{\text{вГ}_{\text{тр}}} = f(C, h)$ ковша традиционного типа. Как видно из графиков, наиболее влияющим фактором на целевую функцию $P_{\text{вГ}_{\text{тр}}}$ является толщина стружки h .

Уравнение регрессии выгрузки грунта из ковша с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа имеет вид:

$$P_{\text{вГ}_{\text{пл}}} = 204,0 + 19,6014 \cdot C + 14,3692 \cdot h - 9,0 \cdot C^2 - 0,01 \cdot C \cdot h - 11,5 \cdot h^2.$$

На рис. 8., г показана зависимость $P_{\text{вГ}_{\text{пл}}}$ от C , h для ковша скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа при $R_2 = (0,8 \dots 0,9) N_{\text{сч}}$ мм. Увеличение высоты стружки, плотности набранного грунта в ковше приводит к увеличению сопротивления выгрузки, как и в случае с ковшем традиционного типа.

На рисунке 9 представлены примеры использования ковша скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа.

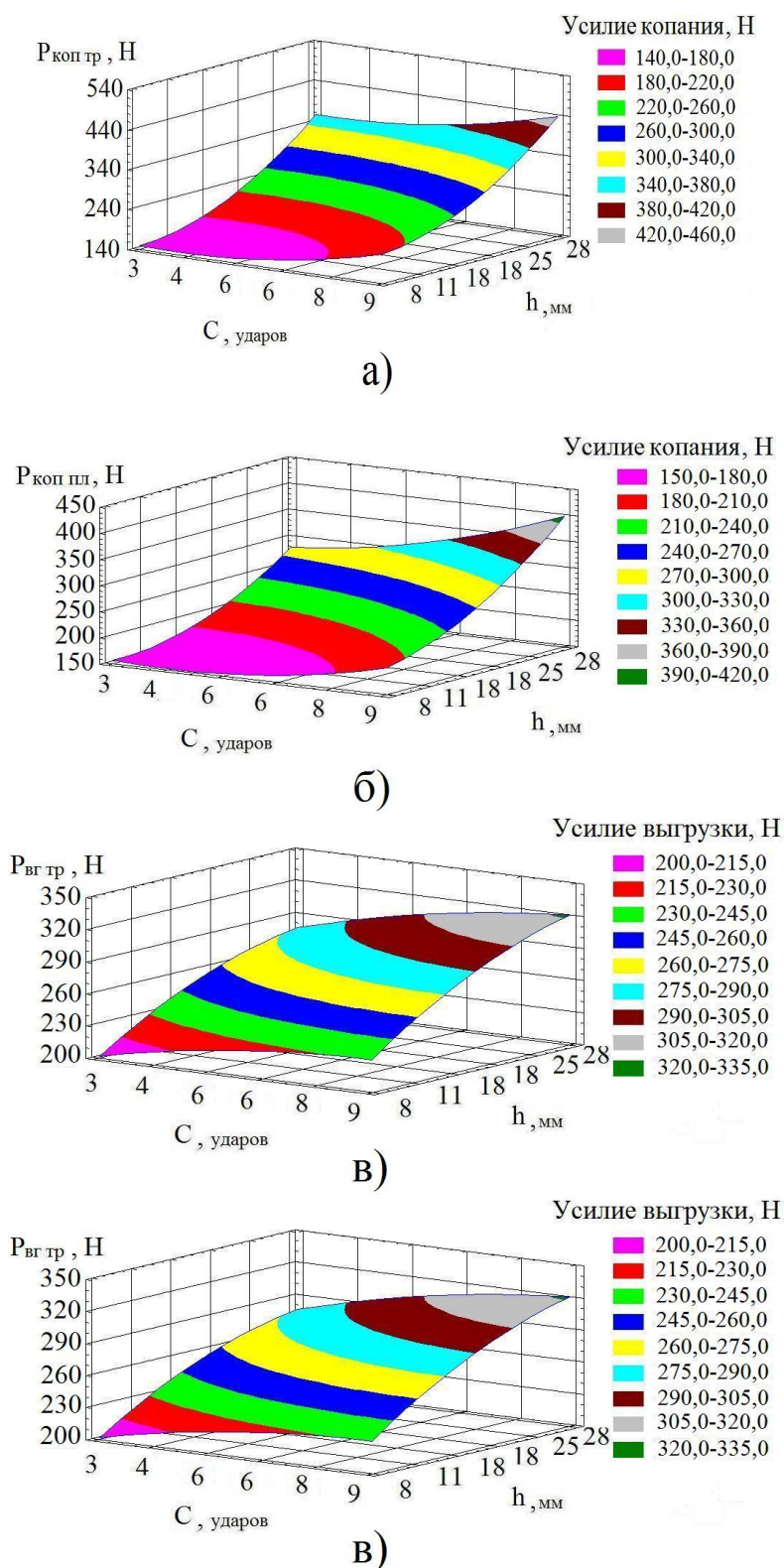
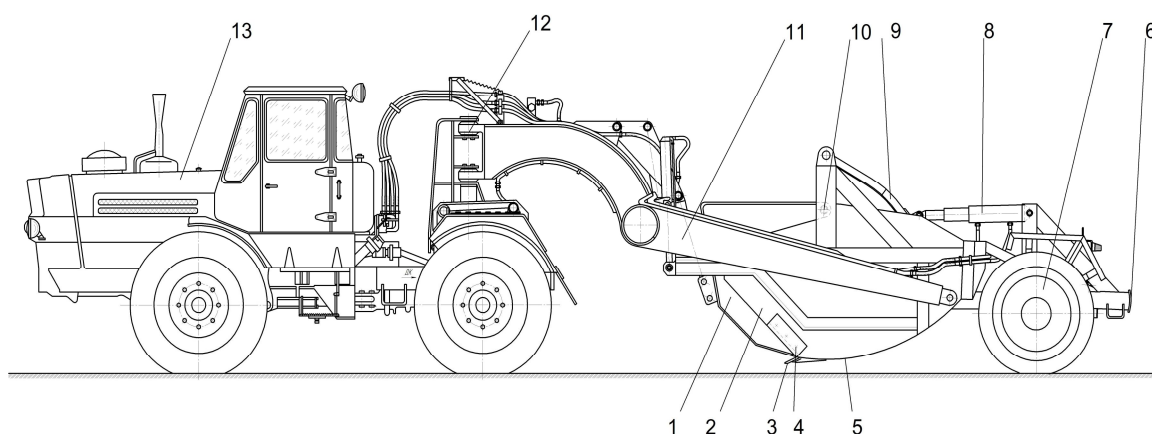
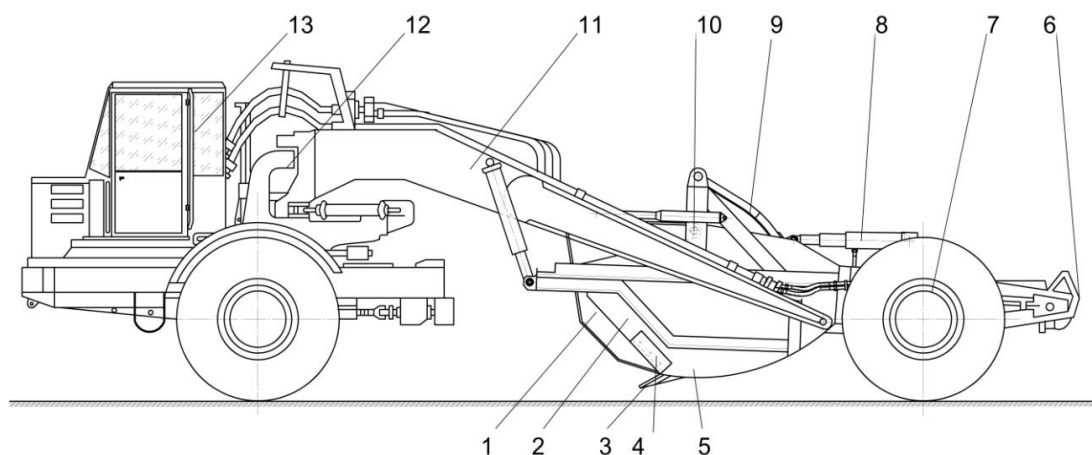


Рис. 8. Графики зависимости усилия копания и выгрузки грунта ковшами скрепера: а - копание ковшем скрепера традиционного типа; б – копание ковшем скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа; в – выгрузка грунта из ковша традиционного типа; г – выгрузка грунта из ковша с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа



а)



б)

Рис. 9. Модернизированный ковш скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа: а) полуприцепной скрепер ДЗ – 87 – 1 на базе трактора Т-150К;

б) самоходный скрепер Д-357;

1 – передняя заслонка; 2 – боковая стенка ковша; 3 – нож; 4 – боковой нож; 5 – ковш; 6 – буфер; 7 – задняя ось; 8 – гидроцилиндр привода задней стенки; 9 – задняя стенка маятникового типа; 10 – шарнир крепления передней заслонки; 11 – тяговая рама; 12 – шарнирное сочленение; 13 – тягач

Оценка значений усилий копания и выгрузки при исследовании указанных моделей дает основание утверждать, что использование задней стенки маятникового типа R_2 снижает усилия выгрузки на 40 %.

Заключение

Повышение эффективности рабочего процесса скрепера достигается при обеспечении рациональных параметров: радиус кривизны задней стенки маятникового типа $R_2 = (0,8...0,9) H_{зс}$ при расположении гидроцилиндра привода задней стенки $\frac{H_2}{H_{зс}} = 0,5$.

Ковш скрепера с полукруглым днищем и задней стенкой маятникового типа обеспечивает снижение усилия копания (8 %), существенное снижение усилия выгрузки (40 %), снижение работы выгрузки (45 %), снижение хода штока гидроцилиндра (56 %), вследствие чего сокращается время одной из основных операций скрепера – выгрузки грунта из ковша (35 – 40 %).

Библиографический список

1. Машины для земляных работ: учеб. пособие / Хмара Л. А., Кравец С. В., Ничке В. В., Назаров Л. В., Скоблюк П., Никитин В. Г. Под общей редакцией проф. Хмара Л. А. и проф. Кравца С. В. Ровно-Днепропетровск-Харьков. - 2010 -557 с.
2. Патент Украины на полезную модель № 48873, МПК E02F 3/64, Скреперный ковш / Л. А. Хмара, М. И. Деревянчук, М. А. Спильник. - Бюл №7, 2010.
3. Плешков Д. И. Самоходные пневмоколесные скреперы и землевозы / Д. И. Плешков, С. Ф. Маршак, Э. Г. Ронинсон, В. Г. Соловьев, Б. И. Харкун // - М.: Машиностроение, 1971. - 267 с.: ил.
4. Баловнев В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Баловнев - М.: Машиностроение, 1994. - 432 с.: ил.
5. Баловнев В. И. Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве./ Баловнев В. И., Хмара Л. А.// М.: Транспорт, 1983. - 183 с.
6. Баловнев В. И. Повышение производительности машин для земляных работ / Баловнев В. И., Хмара Л. А.// К.: Будивельник, 1988. - 152 с.: ил.
7. Бакулин А. В. Особенности процесса копания грунта скреперным ковшом с криволинейным днищем / А. В. Бакулин, Б. И. Харкун, В. И. Уткин // Строительные и дорожные машины. - 1991. - №11. - С. 6 - 9.
8. Тихомиров В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении эксперимента в легкой и текстильной промышленности). / В.Б. Тихомиров М., «Легкая индустрия », 1974. -262 с.: ил.

RESEARCH OF SCRAPER WORKFLOW(DIGGING AND UNLOADING)

L. A. Khmara, M. A. Spilnik

Experimentally demonstrated the possibility of reducing effort intensity of the process of discharging ground from scraper bucket by changing the shape of the bottom to the semi-circular and rear wall to radius-type wall.

Keywords: scraper, unloading, semi-circular bottom, rear wall radius-type, reduction of effort.

Bibliographic list

1. Earth moving: Textbook / Khmara L. A., Kravetz S. V., Nitschke V. V., Nazarov, L. V., Skoblyuk M. P., Nikitin V. G. Under the general editorship of Professor. Khmara L. A. and prof. Kravets S. V. Rovno-Dnipropetrovsk-Kharkiv. - 2010 -557 p.
2. Ukraine patent for utility model number 48873, IPC E02F 3/64, scraper bucket / L. A. Khmara, M. I. Derevyanchuk, M. A. Spilnik. - Bulletin number 7, 2010.
3. Pleshkov D. I. Pnevmocolesnye propelled scrapers and zemlevozy / D. I. Pleshko S. F. Marshak, E. G. Roninson, V. G. Soloviev, B. I. Harkun / / - M: Mechanical Engineering, 1971. - 267 p.: Ill.
4. Balovnev V.I. Modeling the interaction with the environment of working bodies of road-building machines: Studies. benefits for the students. Textbook. institutions / V.I. Balovnev - Moscow Engineering, 1994. - 432 p.: Ill.
5. Balovnev V. I. Intensification of earthworks in road construction. / Balovnev V.I., Khmara L. A. // Moscow: Transport, 1983. - 183 p.
6. Balovnev V. I. Productivity earth moving machinery / Balovnev V. I., Khmara L. A. // K: Budivelynyk, 1988. - 152 p.: Ill.
7. Bakulin A. V. Features of digging soil scraper shovel with a curved bottom / A. V. Bakulin, B. I. Harkun, V. I. Utkin / / Building and road machines. - 1991. - № 11. - P. 6 - 9.
8. Tikhomirov V. B. Planning and analysis of the experiment (for the experiment in light and textile industry). / V. B. Tikhomirov, M., "Light Industry", 1974. -262 P.: Il.

Хмара Леонид Андреевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой СДМ Государственное Высшее Учебное Заведение Приднепровская Государственная Академия Строительства и Архитектуры (Украина). Основное направления научных исследований: исследование рабочих процессов ЗТМ. e- mail: leonidkhmara@yahoo.com.

Спильник Михаил Анатольевич – аспирант, Государственное Высшее Учебное Заведение Приднепровская Государственная Академия Строительства и Архитектуры (Украина), исследование рабочих процессов ЗТМ. e- mail: MikeSp20-86@yandex.ru

УДК 621.87

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ГРУЗА СТРЕЛОВЫМ КРАНОМ

В. С. Щербаков, М. С. Корытов

Аннотация. Рассматривается задача оценки энергозатрат при перемещении груза стреловым грузоподъемным краном. Получены регрессионные зависимости, позволяющие определить удельные затраты топлива при перемещении грузов по заданным траекториям, предложен критерий оценки энергозатрат траектории перемещения грузов.

Ключевые слова: регрессионная модель, энергетические затраты, стреловой кран.

Введение

Для обоснованного выбора технологических параметров при перемещении грузов стреловыми грузоподъемными кранами (ГПК), а также конструктивных решений при проектировании ГПК и их элементов, необходимы критерии сравнения различных вариантов. Использование энергетических критериев оценки эффективности рабочего процесса ГПК позволяет снизить величину эксплуатационных расходов при перемещении грузов в неоднородном организованном трехмерном пространстве с препятствиями. Это обуславливает необходимость планирования траектории с использованием пространства конфигураций ГПК, т.е. пространства управляемых обобщенных координат.

Описание методики оценки энергозатрат при перемещении груза грузоподъемным краном

В среде MATLAB – Simulink с использованием пакетов расширений Simscape, SimMechanics, SimHydraulics, была разработана комплексная имитационная модель ГПК на автомобильном шасси с телескопической стрелой, включающая в себя подсистемы: механическую, гидравлического привода и двигателя внутреннего сгорания (ДВС) [1, 2, 3].

Положение и ориентация базового шасси ГПК в трехмерном пространстве задается шестью условно постоянными обобщенными координатами, обозначенными $q_1...q_6$. Кроме того, присутствуют четыре управляемые координаты рабочего оборудования, меняющие свои значения: угол поворота платформы q_7 , угол подъема стрелы q_8 , длина телескопического звена стрелы q_9 и длина грузового каната q_{10} . Значение угловых координат q_7 и q_8 задается в радианах, линейных q_9 и q_{10} – в условных линейных единицах (УЛЕ). Моделирование рабочих процессов ГПК при по-

мощи разработанной имитационной модели позволяет получить значения израсходованного ДВС топлива при перемещении грузов по заданным траекториям, с учетом всего комплекса динамических свойств подсистем.

Относительно большое время моделирования имитационной модели, и необходимость рассмотрения значительного числа различных вариантов перемещений при поиске оптимальной траектории перемещения груза в организованном пространстве с препятствиями, затрудняют прямое практическое использование комплексной имитационной модели в режиме реального времени в задаче оптимизации траектории и обуславливают целесообразность построения на ее основе регрессионной модели определения энергетических затрат рабочего процесса ГПК.

В работе были получены уравнения регрессии удельных расходов топлива $G_7...G_9$, отнесенных к изменениям управляемых координат ГПК (единицы измерения л/рад для q_7 , q_8 , л/УЛЕ для q_9 , q_{10}), при изменении управляемых координат $q_7...q_9$, следующего вида [4]:

$$G_7...G_9 = b_1 + b_2 \cdot m_{ГП} + b_3 \cdot m_{ГП}^2 + b_4 \cdot q_9 + b_5 \cdot q_9 \cdot m_{ГП} + b_6 \cdot q_9 \cdot m_{ГП}^2 + b_7 \cdot q_9^2 + b_8 \cdot q_9^2 \cdot m_{ГП} + b_9 \cdot q_9^2 \cdot m_{ГП}^2 + b_{10} \cdot q_8 + b_{11} \cdot q_8 \cdot m_{ГП} + b_{12} \cdot q_8^2 \cdot m_{ГП}^2 + b_{13} \cdot q_8 \cdot q_9 + b_{14} \cdot q_8 \cdot q_9 \cdot m_{ГП} + b_{15} \cdot q_8 \cdot q_9 \cdot m_{ГП}^2 + b_{16} \cdot q_8 \cdot q_9^2 + b_{17} \cdot q_8 \cdot q_9^2 \cdot m_{ГП} + b_{18} \cdot q_8 \cdot q_9^2 \cdot m_{ГП}^2 + b_{19} \cdot q_8^2 + b_{20} \cdot q_8^2 \cdot m_{ГП} + b_{21} \cdot q_8^2 \cdot m_{ГП}^2 + b_{22} \cdot q_8^2 \cdot q_9 + b_{23} \cdot q_8^2 \cdot q_9 \cdot m_{ГП} + b_{24} \cdot q_8^2 \cdot q_9 \cdot m_{ГП}^2 + b_{25} \cdot q_8^2 \cdot q_9^2 + b_{26} \cdot q_8^2 \cdot q_9^2 \cdot m_{ГП} + b_{27} \cdot q_8^2 \cdot q_9^2 \cdot m_{ГП}^2, \quad (1)$$

где $m_{ГП}$ – масса груза, перемещаемого ГПК; $b_1...b_{27}$ – коэффициенты уравнений регрессии.

Уравнение регрессии удельного расхода горючего G_{10} , отнесенного к изменению управляемой координаты ГПК q_{10} , имеет более простой вид, т.к. зависит только от одно-

го из трех учитываемых предикторов – от массы груза $m_{ГР}$ [4]:

$$G_{10}=(b_1+ b_2 \cdot m_{ГР})^2. \quad (2)$$

Вид данных зависимостей – параболический. При подъеме и опускании груза коэффициенты уравнений (1), (2) имеют различные значения.

На значение $m_{ГР}$ наложено ограничение в виде $m_{ГР} \leq m_{ГР \max}$, где $m_{ГР \max} = f(q_8, q_9)$ – предельная масса поднимаемого груза в каждой точке положения оголовка стрелы, опреде-

ляемая по отдельной методике по диаграмме грузоподъемности ГПК [4, 5].

Полученные регрессионные уравнения позволяют в наглядной форме в виде графических зависимостей представить удельные расходы топлива при изменении управляемых координат как функции значимых с точки зрения энергозатрат параметров технологического процесса ГПК: $q_8, q_9, m_{ГР}$ (рис. 1.) [4, 5].

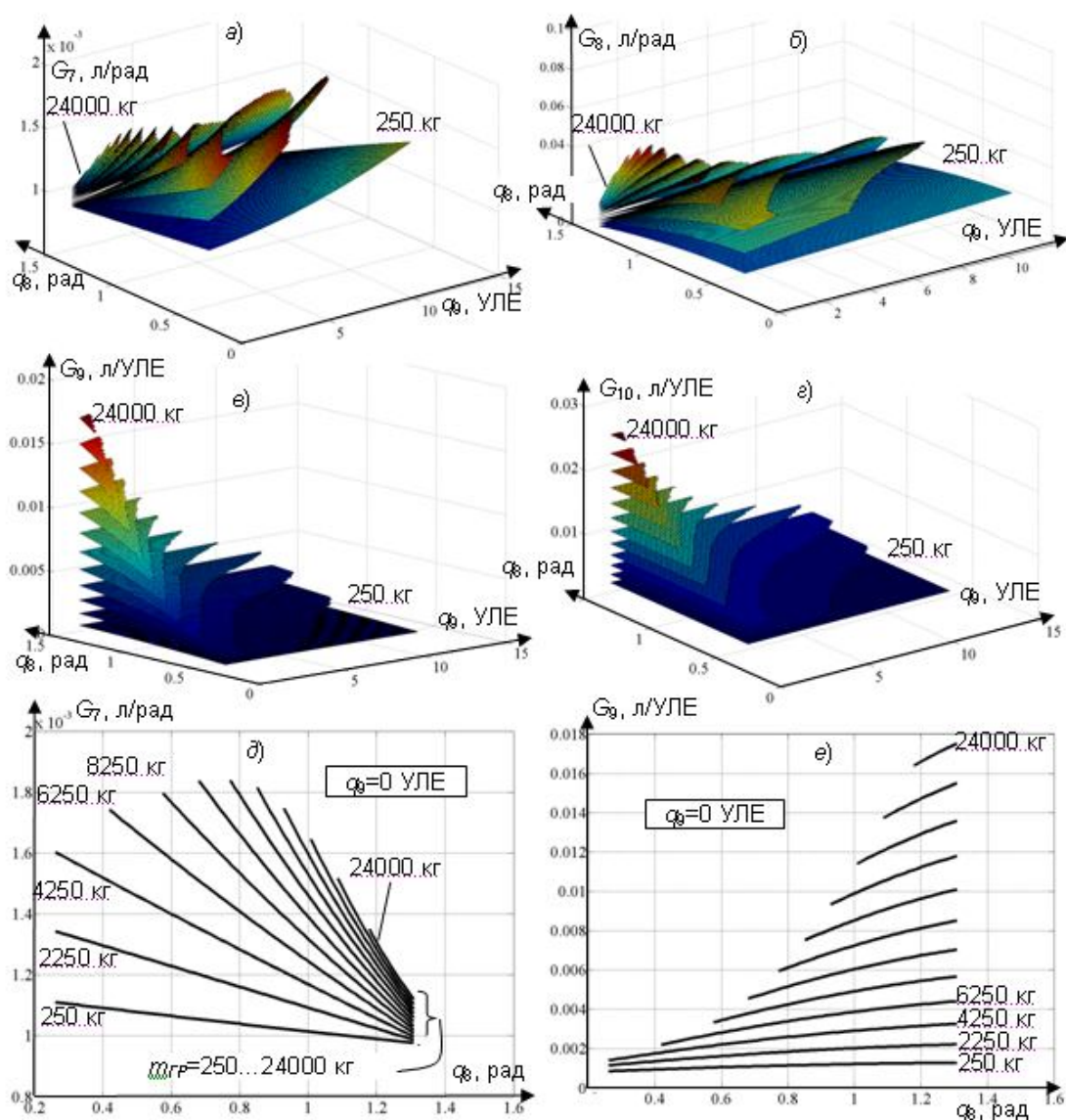


Рис. 1. Зависимости удельных расходов топлива, полученные по уравнениям регрессии на опускание груза при значениях $m_{ГР}$ от 250 до 24000 кг (примеры)

Принято допущение о соблюдении принципа суперпозиции при вычислении абсолютных затрат топлива ДВС ГПК при совмещении движения нескольких управляемых координат [4, 5]:

$$A_e(C) = A_7 + A_8 + A_9 + A_{10} + A_T, \quad (3)$$

где $A_7 \dots A_{10}$ – абсолютные затраты топлива, отнесенные к координатам $q_7 \dots q_{10}$ соответственно; A_T – фиксированная составляющая затрат энергии в виде расхода топлива двигателя внутреннего сгорания (ДВС), зависящей только от минимального времени перемещения T груза и звеньев ГПК из начального положения в конечное,

$$A_T = T \cdot k_T, \quad (4)$$

где k_T – эмпирический коэффициент пропорциональности [5].

Фиксированная составляющая A_T соответствует расходу топлива ДВС базовой машины крана при некоторых заданных для рабочего режима оборотах $n_{раб}$ в течение времени T при отсутствии дополнительных нагрузок, создаваемых силами и моментами сил трения и инерции звеньев и груза, т. е. A_T – расход топлива ДВС при оборотах $n_{раб}$ в отсутствие перемещений рабочих органов. Минимальное время перемещений T определяется по отдельной методике [5].

В свою очередь, удельные расходы топлива $G_7 \dots G_{10}$, для которых были получены регрессионные зависимости, зависящие от текущих значений параметров технологического процесса $q_8, q_9, m_{ГП}$ и направления приращения управляемых координат, позволяют при перемещении груза ГПК по произвольной траектории в пространстве путем численного либо аналитического (при наличии аналитических зависимостей изменения управляемых координат $q_7 \dots q_{10}$) интегрирования получить абсолютные значения расходов топлива по отдельным управляемым координатам $A_7 \dots A_{10}$ и расхода топлива для всей заданной траектории A_e и оценить таким образом энергозатраты [5]:

$$\begin{aligned} A_e &= A_7 + A_8 + A_9 + A_{10} + A_T = \\ &= \int_{q_{7нач}}^{q_{7кон}} G_7(q_8, q_9, m_{ГП}) dq_7 + \int_{q_{8нач}}^{q_{8кон}} G_8(q_8, q_9, m_{ГП}) dq_8 + \\ &+ \int_{q_{9нач}}^{q_{9кон}} G_9(q_8, q_9, m_{ГП}) dq_9 + \int_{q_{10нач}}^{q_{10кон}} G_{10}(m_{ГП}) dq_{10} + T \cdot k_T, \end{aligned} \quad (5)$$

В интервалах элементарных приращений обобщенных координат $dq_7 \dots dq_{10}$ величины управляемых координат q_7, q_8 и массы груза $m_{ГП}$ могут рассматриваться как константы, что позволяет использовать численный способ интегрирования с постоянным шагом (рис. 2.) [5].

Для численной реализации разработанной методики при композиции перемещений сразу по нескольким управляемым координатам целесообразна дискретная параметрическая форма представления всех управляемых координат [5]:

$$\begin{aligned} q_7 &= q_{7нач} + t \cdot dq_7; & q_8 &= q_{8нач} + t \cdot dq_8; \\ q_9 &= q_{9нач} + t \cdot dq_9; & q_{10} &= q_{10нач} + t \cdot dq_{10}, \end{aligned} \quad (6)$$

где $t=1, 2, \dots, n$ – параметр; n – число частей разбиения интервала по каждой управляемой координате; $dq_7, dq_8, dq_9, dq_{10}$ – действительные текущие значения шагов дискретизации по управляемым координатам [5].

Значение n предлагается определять по методу «Манхэттен» [5]:

$$\begin{aligned} n &= (|q_{7кон} - q_{7нач}|) / \Delta q_7 + (|q_{8кон} - q_{8нач}|) / \Delta q_8 + \\ &+ (|q_{9кон} - q_{9нач}|) / \Delta q_9 + (|q_{10кон} - q_{10нач}|) / \Delta q_{10}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $\Delta q_7, \Delta q_8, \Delta q_9, \Delta q_{10}$ – максимально допустимые шаги дискретизации по координатам q_7, q_8, q_9 и q_{10} соответственно.

Тогда действительные текущие значения шагов дискретизации по управляемым координатам определяются зависимостями [5]:

$$\begin{aligned} dq_7 &= (q_{7кон} - q_{7нач}) / n; & dq_8 &= (q_{8кон} - q_{8нач}) / n; \\ dq_9 &= (q_{9кон} - q_{9нач}) / n; & dq_{10} &= (q_{10кон} - q_{10нач}) / n. \end{aligned} \quad (8)$$

Блок-схема обобщенного алгоритма, реализующего разработанную методику определения энергетической и экономической функции стоимости изменения управляемых обобщенных координат ГПК приведена на рисунке 2.

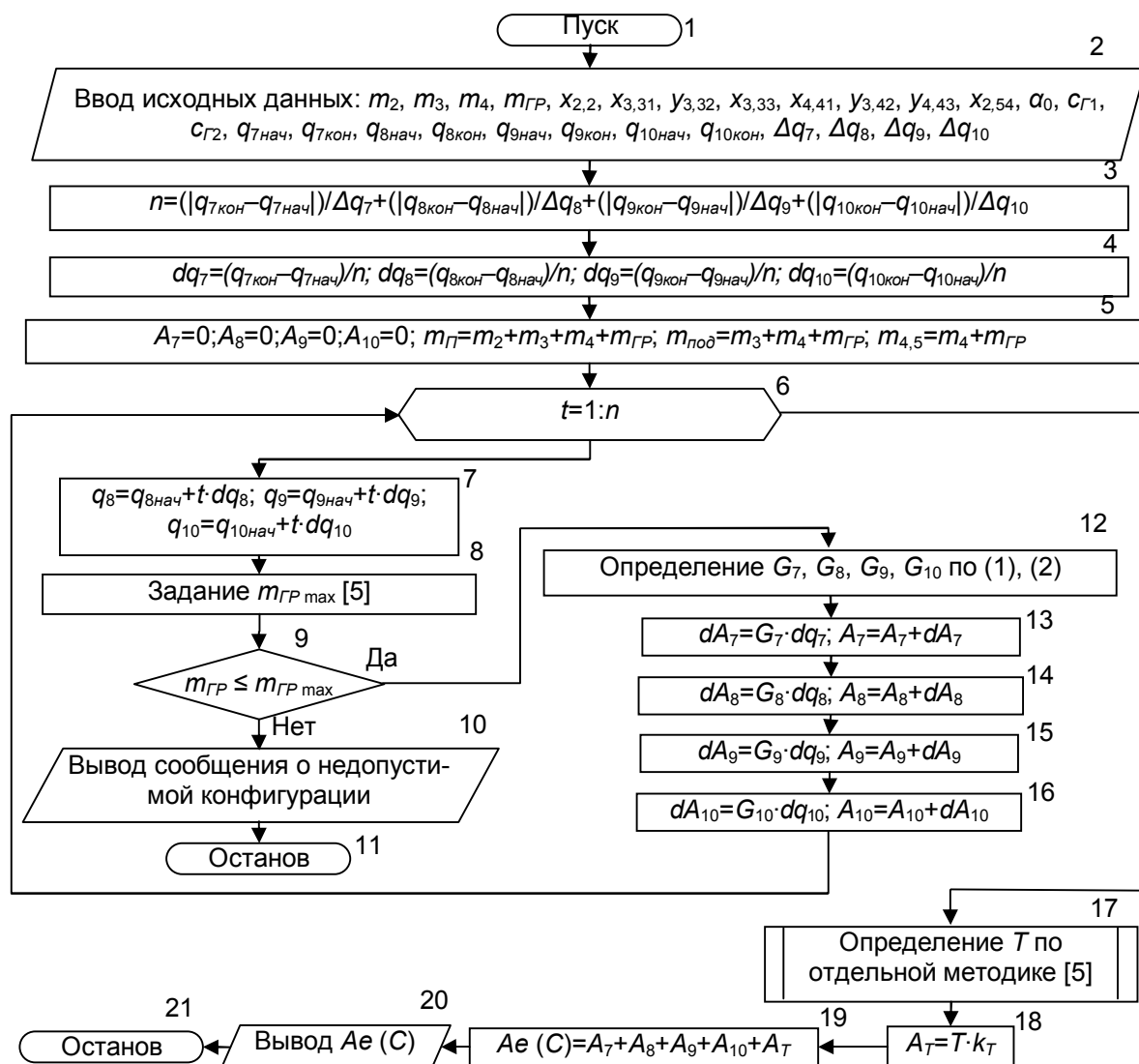


Рис. 2. Блок-схема обобщенного алгоритма определения энергетической A_e функции стоимости изменения управляемых обобщенных координат

Заключение

Выполненное построение регрессионной модели определения энергетических затрат рабочего процесса ГПК позволяет получить значения израсходованного ДВС ГПК топлива при перемещении грузов по заданным траекториям, не прибегая к имитационному моделированию, применение которого связано со значительными вычислительными и временными издержками. Это открывает возможность использования разработанной регрессионной модели при синтезе оптимальной траектории перемещения груза ГПК в неоднородном организованном пространстве с препятствиями [5, 6].

Разработанная методика универсальна и позволяет вести учет энергетических и эко-

номических затрат на перемещение грузов стреловыми и другими самоходными стреловыми кранами различных конструкций, оснащенными ДВС, в трехмерном пространстве с препятствиями [5, 6].

Библиографический список

1. Корытов, М. С. Моделирование рабочих движений автокрана при помощи SimMechanics и Virtual Reality Toolbox / М. С. Корытов, В. А. Глушеч, С. А. Зырянова // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2004. – № 3 – 4 (7 – 8). – С. 94–102.
2. Корытов, М. С. Модель гидропривода автокрана в Simulink / М. С. Корытов, Н. А. Гуровская // Общие и комплексные проблемы технических и прикладных наук: Межвуз. сб. тр. молодых ученых,

аспирантов и студентов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – Вып. 3, Ч. 1. – С. 49-52.

3. Кorytov, M. S. Simulink-модель двигателя внутреннего сгорания грузоподъемного крана / М. С. Кorytov, В. С. Щербаков, С. В. Коткин // Вестник Сибирского отделения Академии военных наук, 2011. – № 10. – С. 393-398.

4. Кorytov, M. S. Построение регрессионной модели определения энергетических затрат рабочего процесса грузоподъемного крана / М.С. Кorytov, В. С. Щербаков, С. В. Коткин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т.8, № 3. – С. 92-95.

5. Кorytov, M. S. Автоматизация синтеза оптимальных траекторий перемещения грузов мобильными грузоподъемными кранами в неоднородном организованном трехмерном пространстве: Монография / М. С. Кorytov. – Омск: СибАДИ, 2012. – 380 с.

6. Щербаков, В. С. Результаты сравнительного анализа алгоритмов планирования траектории движения объекта с учетом его угловых координат в трехмерном пространстве с препятствиями / В. С. Щербаков, М. С. Кorytov // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. – № 1 (19). – 2011. – С. 68-74.

Bibliographic list

1. Korytov, M. S. Modeling working crane movements using SimMechanics and Virtual Reality Toolbox / M. S. Korytov, V. A. Glushets, S. A. Zyryanova // Exponenta Pro. Mathematics in applications. – 2004. – № 3 – 4 (7 – 8). – p. 94-102.

2. Korytov, M. S. Hydraulic truck crane model in Simulink / M. S. Korytov, N. A. Gurovskiy // General and complex issues of Engineering and Applied Sciences: Intercollege proceedings young scientists and students. – Омск: SibADI Publishing House, 2006. – Issue. 3, Part 1. – p. 49-52.

3. Korytov, M. S. Simulink-model of an internal combustion engine of a crane / M. S. Korytov, V. S. Shcherbakov, S. V. Kotkin // Bulletin of the Siberian Branch of the Academy of Military Sciences, 2011. – № 10. – p. 393-398.

4. Korytov, M. S. The construction of a regression model for determining energy costs workflow crane / M. S. Korytov, V. S. Shcherbakov, S. V. Kotkin // Her-

ald of the Voronezh State Technical University. – 2012. – Vol.8, № 3. – p. 92-95.

5. Korytov, M. S. Automating the design of optimal trajectories of moving cargoes mobile cranes organized in a non-uniform three-dimensional space: Monograph / M. S. Korytov. – Омск: SibADI, 2012. – 380 p.

6. Shcherbakov, V. S. A comparative analysis of algorithms for planning the trajectory of the object based on its angular coordinates in three-dimensional space with obstacles / V. S. Shcherbakov, M. S. Korytov // Vestnik SibADI – Омск: SibADI. – № 1 (19). – 2011. – p. 68-74.

ASSESSMENT OF ENERGY WHEN MOVING CARGO JIB CRANE

V. S. Shcherbakov, M. S. Korytov

The problem of estimation of energy consumption in the movement of cargo cranes. Derived regression dependencies for determining the unit cost of fuel for movement to the desired path, the criterion of evaluation of energy consumption trajectory of the cargo.

Keywords: regression model, energy costs, jib crane.

Щербаков Виталий Сергеевич – доктор технических наук, профессор, декан факультета «Нефтегазовая и строительная техника» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – совершенствование систем управления строительных и дорожных машин, общее количество публикаций – более 200, адрес электронной почты – sherbakov_vs@sibadi.org.

Кorytov Михаил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – автоматизация рабочих процессов мобильных грузоподъемных машин, общее количество публикаций – более 90, адрес электронной почты – kms142@mail.ru.

РАЗДЕЛ II

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 692

О РАЗНООБРАЗИИ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕСУЩИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Н. В. Беляев, В. В. Фурсов

Аннотация. В статье рассмотрены результаты технического обследования несущих ограждающих конструкций жилого дома. При обследовании наружных стен обнаружены следующие повреждения: наклонные и вертикальные сквозные трещины в наружных стенах, а также в вертикальных и горизонтальных швах между фундаментными блоками стен подвала. В результате анализ выявлен целый спектр причин их образования: неравномерные осадки здания, вызванные строительством многоэтажных пристроев, температурные деформации перемычек, низкая морозостойкость силикатного кирпича, вибрации в низкочастотном диапазоне.

Ключевые слова: трещины, анализ, обследование, конструкции.

Введение

В конце 2012 года было выполнено обследование восьмиэтажного жилого здания с подвалом и техническим этажом. Здание восьмисекционное Г-образной в плане

формы с размерами в габаритных осях А-П/1-19 – 87,9х138,7 м (Рис. 1.). Со сторон осей 1, П к зданию примыкают два многоэтажных пристроя.

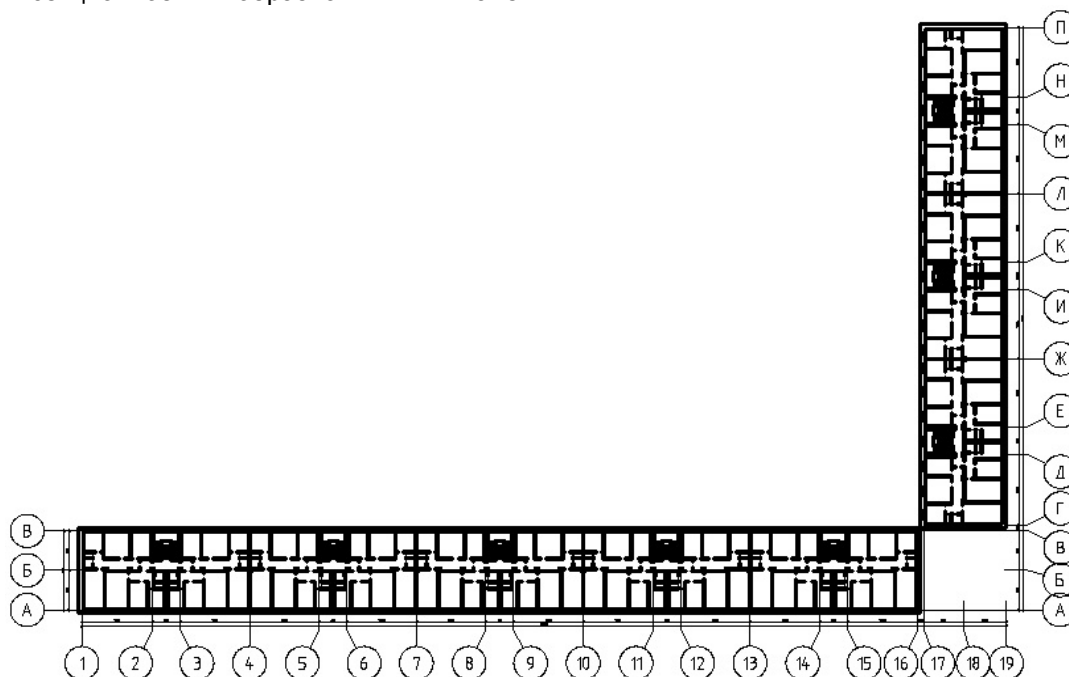


Рис. 1. План-схема здания

Конструктивная схема здания – неполный каркас. Фундаменты здания мелкозаложенные ленточные под наружными и внутренними стенами, столбчатые – под колоннами. Наружные и внутренние стены здания кирпичные из силикатного и глиняного кирпича. Перекрытия и покрытие выполнены из сборных и монолитных железобетонных плит. Балки перекрытия и покрытия – сборные железобетонные. Перемычки над оконными и дверными проемами – сборные железобетонные. Пространственная устойчивость здания обеспечивается совместной работой наружных и внутренних кирпичных стен и жестких дисков перекрытий, покрытия.

Обследованием были затронуты все конструктивные элементы здания, но по причинам ограниченного объема статьи, речь пойдет о повреждениях ограждающих конструкций здания.

Методика проведения работ

Обследование строительных конструкций и здания в целом проводилось в два этапа.

Предварительное обследование включало в себя сплошное визуальное обследование поверхности наружных и внутренних стен, конструкций перекрытий и покрытий. Выполнены обмеры основных несущих конструкций. Определены места для неразрушающего контроля прочностных характеристик перекрытий, стен. Выполнена фотофиксация характерных конструктивных элементов здания, в том числе имеющих повреждения. Составлены ведомости дефектов и повреждений основных несущих конструкций. По данным предварительного обследования наиболее поврежденными несущими конструкциями являются наружные стены, перекрытие подвала.

Детальное обследование несущих конструкций здания выполнялось с помощью средств технической диагностики. Для определения прочности кирпичной кладки и бетона использовался ультразвуковой прибор «ПУЛЬСАР – 1.1». Для измерения вибраций использовался виброанализатор «ВИБРАН - 3.0», измеритель общей и локальной вибрации ОКТАВА-101ВМ.

Результаты обследования

Фундаменты. Для исследования конструкций фундаментов были отрыты шурфы (Рис. 2.). Фундаменты здания мелкозаложенные ленточные под наружными и внутренними стенами, столбчатые – под колоннами. Ленточные фундаменты выполнены из сборных железобетонных блоков типа ФБС по сборным

железобетонным подушкам (в осях А-В/1-16) и из монолитного железобетона (в осях Г-П/17-19). Глубина заложения ленточных фундаментов составляет 3,5 м от уровня пола первого этажа, ширина подошвы составляет 1,2 м. Столбчатые фундаменты выполнены из сборных железобетонных блоков по сборным железобетонным подушкам (в осях Б/1-16) и из монолитного железобетона (в осях Г-П/18). Глубина заложения фундаментов составляет 1,7-2,3 м от уровня пола первого этажа, размеры подошвы составляет 1,5х1,86 м.

В осях Б-В/1, В/1-2 обнаружены наклонные и вертикальные сквозные трещины в наружных стенах, а также вертикальных и горизонтальных швах между фундаментными блоками стен подвала (Рис. 3.). Характер и местоположение трещин свидетельствует о том, что причиной их образования являются неравномерные осадки фундаментов здания на данных участках, вызванные строительством многоэтажных пристроев со стороны осей 1, П. В осях А/1-4, В/1-4, Л-П/17, Л-П/19 выполнено усиление наружных стен стяжками из стальных стержней диаметром 20 мм арматуры класса А-III. Выполнена расшивка трещин с заполнением их раствором на цементном связующем. Повторное раскрытие трещин произошло на локальных участках отдельных старых трещин. Тенденция ширины раскрытия трещин «книзу» либо «кверху» отсутствует. Ориентация трещин в большинстве случаев вертикальная. Протяженность вновь раскрытых трещин значительно меньше старых расшитых трещин. Параметры новых трещин (местоположение, ориентация, ширина раскрытия, протяженность) исключают системный характер их образования в результате неравномерных деформаций фундаментов.

Отсутствие системного раскрытия и образования новых наклонных трещин свидетельствуют о завершении процесса неравномерной осадки.

На момент проведения обследования повреждений, свидетельствующих о снижении до недопустимого уровня конструктивной надежности фундаментов, не обнаружено, угроза потери пространственной устойчивости несущих конструкций здания отсутствует. Для дальнейшей безаварийной эксплуатации здания необходимо выполнить расшивку трещин с заполнением их раствором на цементном связующем.

Стены. Стены здания выполнены из кирпичной кладки толщиной 640, 510 и 380 мм. Система перевязки кладки стен многорядная. Применен силикатный (наружная верста) и керамический кирпич. По прочности на сжатие кирпич соответствует М75. Раствор кладки цементно-песчаный, по прочности на сжатие соответствует М50.

При обследовании наружных и внутренних стен обнаружены следующие дефекты и повреждения:

- наклонные и вертикальные сквозные трещины в наружных стенах по осям Б-В/1, В/1-2 (Рис. 4.). Данные трещины находят продолжение в перекрытии по межплитным швам и в конструкциях перегородок. Причиной появления трещин является наличие процесса неравномерных осадок фундаментов здания (см. п. 4.1 технического отчета);

- вертикальные трещины в наружных стенах, а также в местах примыкания внутренних поперечных стен к продольным наружным стенам – массовое повреждение.



Рис. 2 . Шурф 3 в осях Б/12-13



Рис. 3. Наклонная трещина в наружной стене подвала в осях В/1-2



Рис. 4. Наклонные трещины в наружной стене в осях В/1-2

Большая часть трещин расшита с заполнением их раствором на цементном связующем. Повторное раскрытие расшитых трещин произошло в количестве не более 5% от общего числа.

Силикатный кирпич восприимчив к повышенной влажности по причине невысокой морозостойкости. Регулярные увлажнения атмосферной влагой снижают его прочностные свойства. Теплотехнические свойства силикатного кирпича таковы, что образование точки росы при определенных температурных условиях происходит в толще стены на расстоянии 100 – 150 мм от наружной поверхности. Точка росы, в

зависимости от температуры наружного воздуха, перемещается по ширине сечения. Увлажнение внутреннего слоя кладки и его последующее замораживание, при перемещении точки росы к внутренней плоскости стены, приводит к возникновению растягивающих (в поперечном направлении стены) напряжений. Следствием данного процесса является ослабление связей между массивом кладки и наружной верстой. Наружная верста кладки, ослабленная морозной деструкцией, является конструкционным слоем, восприимчивым/подверженным трещинообразованию и повторному раскрытию трещин.

Большинство трещин расположено на участках кладки, соприкасающихся с торцами железобетонных перемычек. На начальном этапе причиной возникновения трещин являются температурные деформации перемычек.

Признаков потери устойчивости, силовых трещин, свидетельствующих о перегрузе кирпичных простенков и столбов, не обнаружено.

Техническое состояние наружных и внутренних стен по ГОСТ 53778-2010

оценивается как **ограниченно работоспособное.**

Вибрация и шум

Замеры уровней вибрации и шума проводились в сентябре, декабре 2012 г (рисунок 5.).

Для контроля вибрации использовался четырехканальный виброанализатор ВИБРАН 3.0 с вибродатчиками ВД 39.2. Датчики размещались по трем осям, четвертый датчик дублировал одну из осей. Контроль уровня вибрации выполнялся для наружных стен, колонн подвала, перекрытый подвала и 8-го этажа от инженерных сетей и оборудования здания и внешних источников.

Наибольшие виброперемещения, мм, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц, для наружной стены подвала представлены в таблице 1.

Допустимые виброперемещения, мм (с учетом поправок) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами для жилых домов категорий Б и В согласно ТСН 23-315-2000 «Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях» представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Виброперемещения, мм, в октавных полосах

F, Гц	Виброперемещение (S, мм)			
	1 канал	2 канал	3 канал	4 канал
2,0	0,078	0,086	0,131	0,073
4,0	0,015	0,015	0,028	0,013
8,0	0,002	0,002	0,004	0,002
16,0	0,000	0,000	0,000	0,000
31,5	0,000	0,000	0,000	0,000
63,0	0,000	0,000	0,000	0,000

Таблица 2 – Допустимые виброперемещения, мм в октавных полосах

Время суток	2,0 Гц	4,0 Гц	8,0 Гц	16,0 Гц	31,5 Гц	63,0 Гц
7-23 ч.	0,0576	0,0162	0,0050	0,0025	0,0013	0,0007
23-7 ч.	0,0324	0,0092	0,0029	0,0014	0,0007	0,0004

Таким образом, обнаружены превышения максимально допустимых виброперемещений при низких частотах.

Вибрации в низкочастотном диапазоне оказывают негативное влияние на строительные конструкции здания, в том числе способствуют прогрессированию процесса трещинообразования в кирпичных стенах здания.

При контроле уровня вибрации от оборудования, приборов и трубопроводов

инженерных систем здания (отопление, водоснабжение, канализация, вентиляция, мусороудаление), источников виброперемещений в низкочастотном диапазоне, оказывающих негативное воздействие на строительные конструкции здания, не обнаружено. Уровень вибрации от лифтового оборудования не превышает значений, регламентируемых ТСН 23-315-2000.

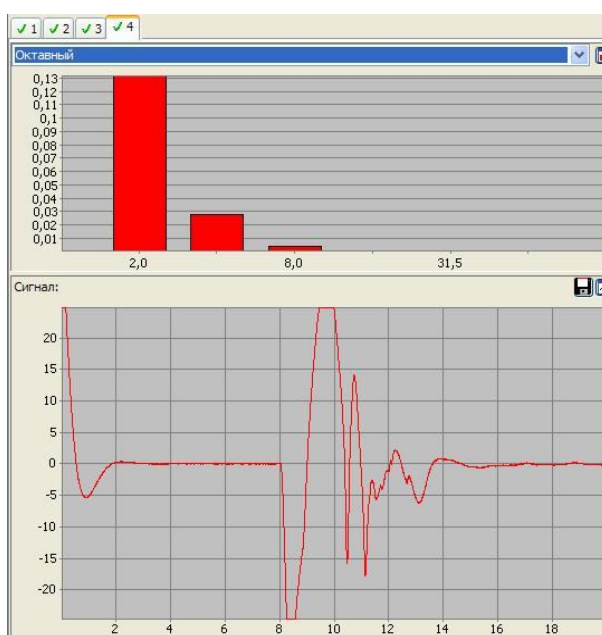


Рис. 5. Замеры уровней вибрации вибронализатором ВИБРАН 3.0 с вибродатчиками ВД 39.2

Для более точного анализа и определения причины возникновения вибрации использовался измеритель общей и локальной вибрации ОКТАВА-101ВМ. Контроль уровня вибрации выполнялся для наружных стен, колонн подвала, фундаментов. Фиксировались время

возникновения повышенных уровней вибрации и уровни виброускорения. Данные приведены ниже в таблицах.

Наибольшие уровни виброускорения, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Уровни виброускорения, дБ, в октавных полосах

№ п/п	Время замера	Средне-геометрические частоты, Гц	Уровни виброускорения, дБ	Допустимые уровни виброускорения, дБ	Разница между допустимыми и фактическими уровнями виброускорения, дБ
1	15:06:00	2	73	74	1
		4	68	75	7
		63	80	95	15
2	15:08:44	2	75	74	-1
		4	69	75	6
		63	79	95	16
3	15:09:40	2	78	74	-4
		4	67	75	8
		63	81	95	14
4	15:11:28	2	68	74	7
		4	67	75	8
		63	80	95	15
5	15:15:38	2	70	74	4
		4	65	75	10
		63	80	95	15

Выявлены превышения уровней вибрации предельно допустимых.

При проведении анализа времени возникновения максимальных уровней

вибрации и графика движения поездов метрополитена выявлена закономерность, представленная в таблице 4.

Таблица 4 – закономерность, связывающая время возникновения максимальных уровней вибрации и движения поездов метрополитена

Время убытия со станции «Х» до станции «У»	№ замера	Время возникновения «всплесков» уровней вибрации	разница
8:37:00	2	8:37:55	0:55
8:38:37	3	8:39:37	1:00
8:40:16	4	8:41:16	1:00
8:42:12	5	8:43:16	1:04
8:44:30	7	8:45:26	0:56

В ночное время (с 2-х часов 30 минут до 3 часов 20 минут) значительных «всплесков» внешней вибрации не обнаружено.

Таким образом, наиболее вероятной причиной возникновения повышенной вибрации в жилом доме является движение поездов метрополитена между станциями «Х» и «У» N-ской линии метрополитена.

При дальнейшей эксплуатации здания рекомендуется устранить причины возникновения повышенной вибрации в линии метрополитена по специально разработанному проекту.

Измерения шума в октавных и 1/3 октавных полосах частот звукового давления осуществлялось шумомером-анализатором спектра «Алгоритм-01».

Для транспортных потоков максимальный уровень звука составляет 58 дБА, эквивалентный уровень звука – 32 дБА. Внутри помещений максимальный уровень звука составляет 35 дБА (при работе лифта), эквивалентный уровень звука – 24 дБА, что менее предельно-допустимых уровней проникающего шума, указанных в Таблице 1 ТСН 23-315-2000 «Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях. г. Москва».

Уровень шума от систем инженерных коммуникаций (отопление и водопровод) не превышает уровня фонового шума в помещениях, в этой связи выделить уровень звука данных инженерных систем из общего фона не представляется возможным. Максимальный уровень звука при работе систем канализации и мусороудаления не превышает 25 дБА.

Уровни звукового давления в октавных и 1/3 октавных полосах частот звукового давления не превышают предельно-допустимых уровней проникающего шума, указанных в нормативных документах. Существующие уровни звукового давления не оказывают негативного влияния на техническое состояние несущих конструкций жилого дома.

Заключение

В результате проведенного обследования несущих конструкций многоквартирного жилого дома установлено, что техническое состояние фундаментов здания **работоспособное**, наружных и внутренних стен - **ограниченно работоспособное**. Дефектов и повреждений, свидетельствующих об исчерпании несущей способности, возможности обрушения конструкций, не обнаружено.

Массовым повреждением наружных и внутренних стен являются вертикальные трещины, причинами образования которых являются температурные деформации перемычек, низкая морозостойкость силикатного кирпича.

Вибрации в низкочастотном диапазоне оказывают негативное влияние на строительные конструкции здания, в том числе способствуют прогрессированию процесса трещинообразования в кирпичных стенах здания. Наиболее вероятной причиной возникновения повышенной вибрации в жилом доме является движение поездов метрополитена.

Библиографический список

- ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
- СП 13-102-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
- СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные».
- ТСН 23-315-2000 «Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях».
- СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений».
- СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции».
- ГОСТ 27751-88* «Надежность строительных конструкций и оснований».
- Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

ABOUT A VARIETY OF THE REASONS OF FORMATION OF DAMAGES BEARING PROTECTING DESIGNS

N. V. Belyaev, V. V. Fursov

In article results of technical inspection of bearing protecting designs of a house are considered. At inspection of external walls the following damages are found: inclined and vertical through cracks in external walls, and also in vertical and horizontal seams between base blocks of walls of a cellar. As a result the analysis is revealed the whole range of the reasons of their education: the uneven rainfall of the building caused by construction of multystoried annexes, temperature deformations of crossing points, low frost resistance of a silicate brick, vibration in the low-frequency range.

Keywords: cracks, analysis, inspection, designs.

Bibliographic list

1. GOST R 53778-2010 "Buildings. Terms of survey and monitoring the technical condition "
2. SP 13-102-2003. Code of practice for design and construction. Terms of survey bearing structures of buildings and structures
3. SNIP 31-01-2003 "multifamily residential buildings"

4. TSN 23-315-2000 "Acceptable levels of noise, vibration and sound insulation requirements in residential and public buildings"

5. SNIP 2.02.01-83 * "Foundations of buildings and structures"

6. SNIP II-22-81 "Stone and reinforced masonry structures"

7. GOST 27751-88 * "The reliability of structures and grounds"

8. The Federal Law of 30 December 2009 N 384-FZ "Technical Regulations on safety of buildings and structures"

Беляев Никита Владимирович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - автоматизация проектирования конструкций зданий и сооружений. Имеет 25 опубликованных работ. E-mail: 400970@mail.ru

Фурсов Виктор Владимирович – технический директор ООО «Бюро диагностики строительных конструкций». Основное направление научных исследований – современные методы диагностики строительных конструкций, неразрушающий контроль.

УДК 625.7/.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕШЕНИЙ ПО СНЕГООЧИСТКЕ ГОРОДСКОЙ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ В МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ

Т. В. Боброва, И. В. Слепцов

Аннотация. Организация процесса снегоочистки городской улично-дорожной сети представлена функциональной схемой многоагентной системы. Структурные элементы системы – интеллектуальные агенты, отражающие свойства и организацию элементов системы «дорожно-эксплуатационная служба – городская улично-дорожная сеть – транспортный поток – окружающая среда» (ДЭС-ГУДС-ТП-С).

Ключевые слова: многоагентная система, снегоочистка, улично-дорожная сеть.

Введение

Изучение функционирования сложных систем требует специальных научных методов. В соответствии с классической схемой научных исследований сложных систем, таким методом является системный анализ [1]. Системный анализ позволяет выделять все возможные связи и отношения в исследуемой системе и полный набор параметров, определяющих ее функционирование.

Транспортный поток и комплекс условий, в которых он функционирует, в работе [2]

представлен в виде системы «водитель – автомобиль – дорога – окружающая среда» (ВАДС).

С позиции системного подхода, факторы, влияющие на эффективность зимнего содержания городских улиц и дорог, представляют в виде четырех подсистем: «дорожно-эксплуатационная служба – городская улично-дорожная сеть – транспортный поток – окружающая среда» (ДЭС-ГУДС-ТП-С) [3].

Аналогично задачи оперативного управления зимним содержанием

внегородских автомобильных дорог решались на основе анализа функционирования системы «дорожно-эксплуатационная служба – автомобильная дорога – транспортный поток - среда» (ДЭС-АД-ТП-С) [4].

Однако, приведенные системы, созданные на основе системного анализа, имеют ряд недостатков: а) монолитная организация поиска решений; б) иерархии больших программ; в) последовательное выполнение операций; г) централизованные решения; д) стремление уменьшать сложность.

Часть этих недостатков можно сократить или исключить, используя многоагентный подход к описанию функционирования сложных систем. Многоагентные системы (МАС) имеют следующие отличия: а) сетевая организация поиска решений; б) большие сети малых агентов; в) параллельное выполнение операций; г) переговоры; д) распределенные решения; е) возможности наращивать сложность; ж) создание условий для развития.

Основная часть

В МАС, в отличие от системных моделей, осуществлен переход от пассивных сущностей в форме классов объектов, к активным, которые описываются в виде интеллектуальных агентов (ИА) [5,6]. Агенты прикладных систем в зависимости от их предназначения могут представлять самые разнообразные структуры предметных областей: люди, организации, дорожные машины, автомобильные потоки, вычислительные процессы и т.п. Под активностью агентов подразумевается их способность воспроизводить в программных системах поведение материальных и виртуальных объектов, обоснованное логикой и целью их существования.

МАС организовывается таким образом, что решение сложной проблемы производится на различных уровнях системы. Дополнительно в систему включают ряд вспомогательных средств: редакторы базы знаний, базы данных, конфигуризатор задач системы, с помощью которых обеспечивается настройка, структурирование и управление информационной системой.

Решение основной задачи начинается с разбиения процесса ввода-вывода информации на множественные параллельные процессы, закрепляемые за определенным ИА. Каждый ИА, осуществляя процесс решения частной задачи, имеет в

своем распоряжении необходимые знания и механизмы для принятия вариантов решений и создания своего банка данных. Такая схема организации системы называется посттейлоровской организацией многоагентной системы [5].

МАС, как правило, состоят из двух подсистем. Первой подсистемой является собственно многоагентная подсистема, которая реализует выполнение главной задачи. Вторая подсистема описывает окружающую среду и состоит из компонент, выполняющих функции передачи данных из внешней среды агентам, исполнение действий ИА во внешней среде. Этими компонентами могут быть приложения пользователя или различного рода устройства (сенсоры, датчики, контроллеры и т.п.).

Содержание данной статьи направлено на разработку многоагентной системы, предназначенной для распознавания ситуаций дорожного движения и выработки решений по снегоочистке улиц. Таким образом, основной задачей системы является: моделирование организационно-технологических решений по снегоочистке, направленных на обеспечение расчетных скоростей и безопасного движения автомобилей.

Для решения основной задачи разработана многоагентная система, определены интеллектуальные агенты и их взаимодействие.

Модель ГУДС представлена в виде ориентированного графа $G=\{x, y\}$, где x - множество узлов, соответствующее перекресткам, а y - множество дуг, соответствующее перегонам ГУДС.

Агент «Транспортный детектор» предназначен для мониторинга автомобильного движения на УДС города и в качестве компонента включает сенсорную сеть, выполняющую функцию сбора и хранения информации о скорости автомобилей, интенсивности движения по каждой улице обслуживаемого графа G . Данный агент может представлять сеть транспортных детекторов, установленных на улицах города, или выражаться базой статистических данных, накопленных по результатам натурных измерений характеристик автомобильного потока на каждой улице.

Агент «Метеослужба» - решает задачи сбора, обработки и передачи информации о прогнозе метеорологических явлений и их характеристик.

Агент «Транспортный поток» (ТП) - ставится в соответствие автомобильному потоку на обслуживаемой улично-дорожной сети. Агент выполняет процесс определения коэффициента загрузки УДС при движении по покрытию со слоем рыхлого снега, а также при уборке комплектом снегоуборочных машин проезжей части. Агент ТП также моделирует состояние автомобильного потока при снегоочистке, осуществляет процесс перераспределения потоков для объезда перекрытых участков улиц.

Агент «Комплект снегоочистителей» (КСО) в модуле ДЭС обрабатывает выходные данные агента ТП, формирует оптимальный состав отряда снегоочистителей, основываясь на информации о наличных типах снегоочистителей и характеристиках обслуживаемой улично-дорожной сети, принимает решение о проведении снегоочистки. Оптимизация отряда выполняется по показателю, разработанному в работе [7].

На рисунке 1 приведена функциональная схема многоагентной системы моделирования решений по снегоочистке УДС.

Для проверки работоспособности разработанной МАС, произведено моделирование решений по снегоочистке магистральной улицы Красный Путь в городе Омск. Перед началом процесса моделирования был проведен сбор данных о характеристиках магистральной улицы и автомобильного потока.

Исследование интенсивности движения на магистральной улице проводилось методом краткосрочных измерений [8]. Всего за зиму 2012 – 2013 года было проведено 308 измерений интенсивности движения в рабочие дни (понедельник – пятница), т.е. 22 измерения на каждом часе в период с 7 до 20 часов. Измерения проводились в ясную погоду при очищенной проезжей части от снежных отложений. На рисунке 2 приведены результаты статистической обработки полученных значений часовой интенсивности в течение дня на улице Красный Путь в одном направлении.

Далее были произведены наблюдения за очисткой проезжей части улицы Красный Путь от слоя рыхлой снежной массы не менее 20 мм во временной период с 10:30 до 12 часов с замерами скоростей автомобилей в период производства работ.

Снегоочистка проводилась комплектом плужно-щеточных снегоочистителей, состоящего из 5 машин, с дистанцией между

дорожными машинами 5...10 м. Такая дистанция позволяет не растягивать колонну, исключает обгоны автомобилями дорожных машин. Средняя скорость снегоочистки без использования щеточного оборудования составляла 30 км/ч.

Перед началом снегоочистки были замерены мгновенные скорости движения транспортного потока по покрытию со слоем рыхлого снега 20...40 мм (34 измерения). Результаты следующие: математическое ожидание $M(x)=31$ км/ч, дисперсия $D(x)=12,16$ км²/ч², среднее квадратическое отклонение $\sigma=3,49$ км/ч.

По результатам натурных измерений при помощи программы *MS Excel* получено уравнение регрессии скорости автомобильного потока от рабочей скорости снегоочистки и часовой интенсивности:

$$\hat{y} = 79,79 + 0,89x_1 - 0,04x_2, \quad (1)$$

где \hat{y} - скорость автомобильного потока при снегоочистке проезжей части, км/ч; x_1 - рабочая скорость снегоочистки, км/ч; x_2 - часовая интенсивность движения, авт/ч.

Ниже приведена последовательность действий при моделировании решений по снегоочистке, согласно разработанной схеме (рисунок 1), на примере улицы Красный Путь:

1. Агентом «Метеослужба» формируется прогноз выпадения осадков в дневной период. Вероятность появления твердых осадков активирует агенты ТП и КСО.

2. Агент ТП решает свою первую задачу, которая заключается в расчете уровня загрузки обслуживаемой улицы для каждого часа (Б1) на основе данных об интенсивности и скорости движения автомобилей, полученных от агента «Транспортный детектор». В нашем случае, в качестве агента «Транспортный детектор» выступает база данных, полученная в процессе натурных наблюдений, результаты которых приведены выше. Уровень (коэффициент) загрузки (z) определяется как отношение наблюдаемой интенсивности движения к практической пропускной способности проезжей части. Практическая пропускная способность многополосной проезжей части (P_M) определяется по выражению, авт/ч [8]

$$P_M = 3600 \cdot \bar{V} \cdot q_{max} \cdot n \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (2)$$

где \bar{V} - скорость движения автомобилей по покрытию со слоем рыхлого снега, м/с; q_{max} - предельная плотность транспортного потока,

На основе статистических данных об изменении часовой интенсивности в течение дня и скоростей автомобилей по покрытию со слоем рыхлого снега толщиной 20...40 мм, построен график прогнозируемого уровня загрузки магистральной улицы Красный Путь без проведения работ по снегоочистке (рис. 3) (Б2).

3. Агент КСО, анализируя данные о наличии снегоочистителей в ДЭС, их характеристиках, а также о геометрических параметрах очищаемой улицы (В1), формирует оптимальный комплект

снегоочистителей по интегральному показателю F_K^* [7] (В2).

4. Агент ТП, опираясь на данные агента КСО о технологических показателях сформированного комплекта снегоочистителей (В2), моделирует режим движения автомобилей при производстве работ. Базируясь на полученном в результате натуральных исследований уравнении регрессии (1), и на зависимости (2), выполняется расчет прогнозируемого уровня загрузки магистральной улицы при снегоочистке отрядом плужных снегоочистителей в разные периоды дня (Б3) (рис. 4).

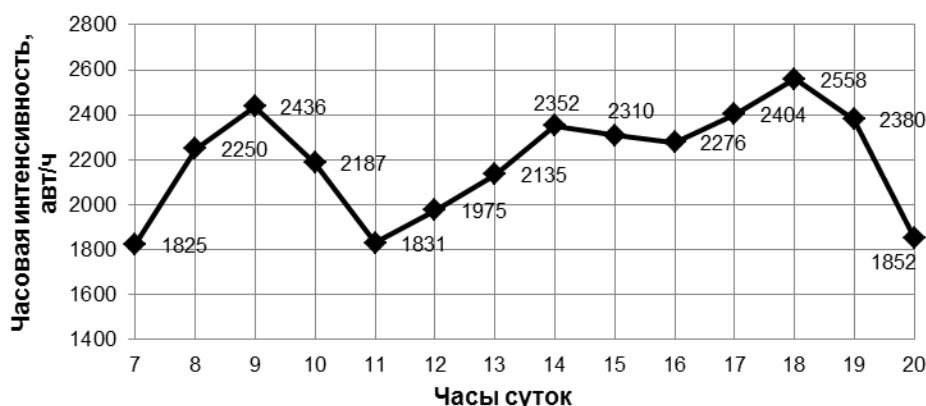


Рис.2. График изменения часовой интенсивности в течение дня на улице Красный Путь в одном направлении

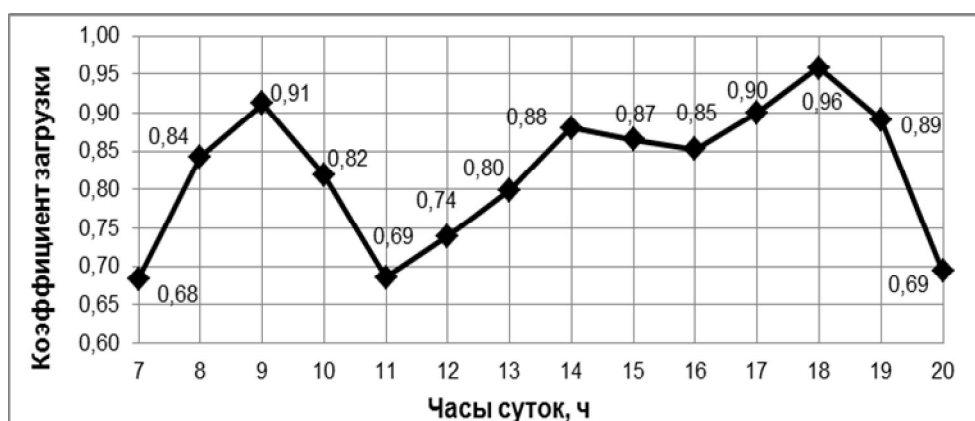


Рис. 3. График прогнозируемого уровня загрузки магистральной улицы Красный Путь со слоем рыхлого снега 20...40 мм без проведения работ по снегоочистке

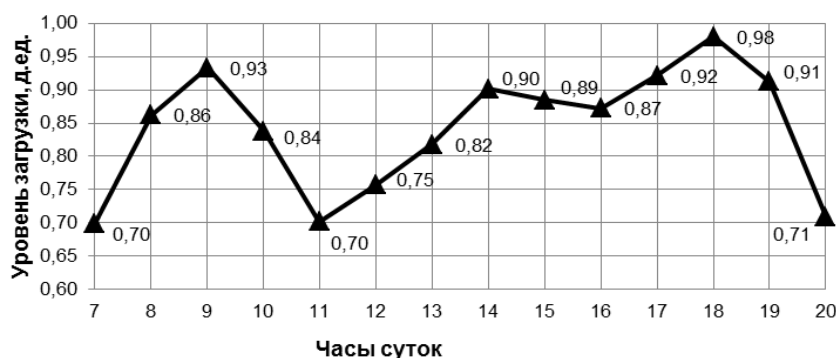


Рис. 4. График прогнозируемого уровня загрузки магистральной улицы Красный Путь при снегоочистке отрядами плужных снегоочистителей со скоростью 30 км/ч в разные периоды дня

5. Агент КСО обрабатывает данные о прогнозируемом уровне загрузки улицы при моделировании снегоочистки (Б4), полученные от агента ТП, выбирает период времени, в котором уровень загрузки $z \leq 0,75$ и принимает решение по снегоочистке улицы Красный Путь (В3). Такой период соответствует времени с 10:30 до 12 часов.

По данным наших наблюдений, а также в работах [9,10] указывается, что при уровне загрузки до 0,70...0,75 движение автомобилей происходит большими группами (5...15 авт.), коэффициент скорости движения (с) находится в пределах 0,55...0,70 (30...40 км/ч). В связи с этим нами было выдвинуто предположение, что верхняя граница коэффициента загрузки улицы транспортным движением для производства работ по снегоочистке должна быть не более 0,75.

Далее агент КСО формирует схему движения комплекта снегоочистителей (В4) и выдает результаты моделирования со следующими данными (В6): число и марки машин в комплекте, маршрутный график комплекта, длительность обслуживания улицы.

Эффективность организационного решения по снегоочистке улицы Красный Путь во временной период с наибольшим спадом уровня загрузки в течение дня будет выражаться доходом (Д) в транспортной сфере, руб.:

$$D = Z_H^Y - Z_{КС}^Y, \quad (3)$$

где Z_H^Y - затраты, которые будут сопровождаться при ночном методе организации снегоочистки, руб.; $Z_{КС}^Y$ - затраты, которые будут сопровождаться при круглосуточном методе организации снегоочистки, руб.

Затраты, которые будут сопровождаться при ночном методе организации снегоочистки, определяются по выражению, руб.:

$$Z_H^Y = \Delta Z_{ТРМф} + \Delta Z_{ПМф} + Z_{ДТП}^k + Z_{ЭК}^k, \quad (4)$$

где $\Delta Z_{ТРМф}$ - дополнительные затраты на городском транспорте, вызванные ухудшением условий движения из-за влияния неблагоприятных метеорологических факторов, руб; $\Delta Z_{ПМф}$ - потери народного хозяйства, вызванные задержками пассажиров в пути из-за неблагоприятных метеорологических факторов, руб; $Z_{ДТП}$ - возможные потери от дорожно-транспортных происшествий при различном состоянии дорожного покрытия, руб; $Z_{ЭК}$ - экологический ущерб, наносимый окружающей среде в результате снижения скорости движения, руб.

Затраты, которые будут сопровождаться при круглосуточном методе организации снегоочистки, находятся по формуле, руб

$$Z_{КС}^Y = Z_{ДЭС} + \Delta Z_{ТРдм}, \quad (5)$$

где $Z_{ДЭС}$ - затраты ДЭС на проведение снегоочистки улицы в дневной период, руб.; $\Delta Z_{ТРдм}$ - дополнительные затраты на городском транспорте, вызванные ухудшением условий движения из-за движения дорожных машин по проезжей части, руб.

Проведя расчет по зависимостям (4), (5), определен доход в транспортной сфере от

дневной снегоочистки улицы Красный Путь в сравнении с переносом работ на ночной период. Значение такого дохода зависит от длительности и интенсивности снегопада, и находится в пределах от 20 до 60 тыс.руб./км.

Заключение

Многоагентный подход к описанию функционирования сложных систем, благодаря сетевой организации поиска решений, позволяет достигать качественно нового уровня решений в условиях динамической внешней среды и постоянного движения собственных ресурсов.

Разработанная функциональная схема МАС позволяет решать задачу по поиску организационно-технологических решений, обеспечивающих проведение снегоочистки городских улиц в дневной период, не вызывая заторов.

Библиографический список

1. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа / Н. Н. Моисеев. - М: Наука, 1981. - 284 с.
2. Сиденко В. М., Михович С. И. Эксплуатация автомобильных дорог: Учеб. для студентов вузов по специальности «Автомобильные дороги» / В. М. Сиденко, С. И. Михович. - М: Транспорт, 1976. - 288 с.
3. Тюпаков С. В. Разработка метода проектирования организации зимнего содержания городских дорог: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: Киев, 1989. - 19с.
4. Боброва Т. В. Проектно-ориентированное управление производством работ на региональной сети автомобильных дорог: Монография. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. - 335с.
5. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. - М: 2002. - 352 с.
6. Городецкий В. И. // Самоорганизация и многоагентные системы. Ч I / Известия РАН. Теория и системы управления. - М.: 2012. - №1 - С. 51 - 88.
7. Боброва Т. В., Слепцов И. В. Комплексный критерий эффективности парка машин для содержания сети дорог // Вестник СибАДИ - 2012 - № 2 (24). - С.33-38.
8. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог: ОДМ 218.2.020-2012: утв. Минтранс РФ 17.02.2012: введ в действие с 01.03.2012. - М.: 2012. - 135 с.
9. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. - Т. 1: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Васильев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 320 с.
10. Лобанов Е. М., Сильянов В. В., Ситников Ю. М., Сапегин Л. Н. Пропускная способность автомобильных дорог / Е. М. Лобанов, В. В. Сильянов, Ю. М. Ситников, Л. Н. Сапегин. - М.: Транспорт, 1970. - 152с.

MODELING DECISIONS OF URBAN ROAD NETWORK SNOW REMOVAL IN MULTI-AGENT SYSTEM

T. V. Bobrova, I. V. Sleptsov

Organization of the urban road network snow removal process is presented as a functional scheme of multi-agent system. Structural elements of the system are intelligent agents, which reflect properties and organization of the elements of the system «road-operational service - urban road network- traffic - environment»

Keywords: multi-agent system, snow removal, urban road network

Bibliographic list

1. Moiseev N. N., Mathematical problems of system analysis / H. H. Moses. - Moscow: Nauka, 1981. - 284 p.
2. Sidenko V. M., Mikhovich S. I. Operation of roads : Studies. for students in " Highways" / V. M. Sidenko , S. I. Mikhovich . - M: Transport , 1976 . - 288 p.
3. Tyupakov S. V. Development of a method of designing the organization of the winter maintenance of urban roads : Author. dis. ... Candidate . tehn. Sciences : Kiev , 1989 . - 19 p.
4. Bobrova T. V. Project-oriented production management work on the regional road network : Monograph . - Omsk SibADI Publishing House , 2006 . - 335p .
5. Tarasov V. B. from multi-agent systems for intelligent organizations : philosophy , psychology , computer science / V. Tarasov . - M: 2002. - 352 p.
6. Gorodetsky V. I. // Self-organization and multi-agent systems . W I / Izvestiya . Computer and Systems. M.: 2012. Number 1, P. 51 - 88.
7. Bobrova T. V., Sleptsov I. V. Systematic criteria for the fleet to maintain the road network // Vestnik SibADI - 2012 - № 2 (24). - P.33 -38.
8. Guidelines on the assessment of road capacity: PYM 218.2.020-2012: approved . Ministry of Transport of the Russian Federation 17.02.2012: entry into force on 01.03.2012. - M.: 2012. - 135 p.
9. Vasiliev A. P. Operation of roads: in 2 volumes - Volume 1: a textbook for the students. vyssh. Textbook. Institutions / A. P. Vasiliev. - Moscow: Publishing Center "The Academy", 2010. - 320 p.
10. Lobanov , E. M., Silyanov , V., M. Sitnikov , Sapegin L. N. road capacity / E. M. Lobanov , V. V. Silyanov , M. Sitnikov , L. N. Sapegin . - Moscow: Transport, 1970. - 152p.

Боброва Татьяна Викторовна – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Экономика и управление дорожным хозяйством» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научной деятельности – проектное управление производством дорожных работ. Имеет 137 опубликованных работ. e-mail: bobrova.tv@gmail.com

Слепцов Игорь Викторович – аспирант кафедры «Экономика и управление дорожным хозяйством» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научной деятельности – формирование эффективных парков машин для ремонта и содержания сети дорог на основе прогноза показателей ее состояния. Имеет 6 опубликованные работы. E-mail: sleptsov_igor@mail.ru

УДК 620.22:519.7

ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ К УПРАВЛЕНИЮ СТРУКТУРОЙ И СВОЙСТВАМИ КОМПОЗИТОВ

И. А. Гарькина, А. М. Данилов

Аннотация. Приводится алгоритм синтеза композиционных материалов на основе их представления как сложных систем с модульной структурой. Осуществляется разработка модификации метода ПАТТЕРН для ее реализации при проектировании радиационно-защитных композитов с системных позиций. При компьютерном моделировании используется Сатурн-технология. Дается единая концепция разработки материалов со специальными свойствами на основе изучения кинетических процессов формирования структуры и основных физико-механических характеристик материала.

Ключевые слова: композиционные материалы, структура и свойства, сложные системы, моделирование.

Введение

Важность системных исследований при проектировании сложных систем в разных отраслях в настоящее время стала очевидной. В сложных системах отдельные части (подсистемы) системы настолько сильно взаимосвязаны между собой множеством прямых и обратных связей, что изменение одной из них часто ведет к значительным изменениям в других ее частях. Становятся затруднительными декомпозиция всей системы и исследование отдельных более простых ее частей с возможностью синтеза системы из этих частей. Возникает необходимость оценки и анализа системы как целостной. Возможность представления строительных материалов как сложных систем с системными атрибутами приводилась в [1...4] с указанием системообразующих интегративных свойств. Определялась роль парадоксов целостности и иерархичности в задачах синтеза. Традиционно оптимизация структуры и свойств композиционных материалов основывается на кинетических процессах формирования физико-механических характеристик материалов, в последнее время – и на их компьютерном моделировании. Строительный материал как многоцелевая, сложная система оценивается несколькими показателями качества.

Постановка задачи. К настоящему времени уже накоплен значительный опыт конструирования сложных систем на основе системного подхода. Первым таким подходом можно считать метод ПАТТЕРН (Planning Assistance Through Technical

Relevance Number, англ. - помощь планированию посредством относительных показателей технической оценки) для решения задач планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в условиях неопределенности [4]. В нем предусматривалось выделение в сложной противоречивой системе функциональных подсистем на основе четкой формулировки целей по уровням. Количество целей не ограничивалось, но предполагалась их детализация с указанием взаимосвязей. Использовался принцип деления сложной проблемы на более мелкие с использованием результатов количественной экспертной оценки каждой из подпроблем, исходя из различных критериев. Метод, в основном, предназначался для прогноза, насколько сформулированные цели могут быть достигнуты. Определялись перечень конечных целей, суммарные веса целей (показатели научно-технической значимости; суммы коэффициентов относительной важности для каждого уровня иерархии принимались равной единице). На заключительном этапе осуществлялось рациональное распределение ресурсов в соответствии с уровнем этих коэффициентов. Для повышения степени обоснованности принимаемого решения, выбора варианта из числа альтернативных (с указанием оптимальных) использовались модели, отражающие все те факторы и взаимосвязи реальной ситуации, которые могли проявиться в процессе осуществления решения. Метод позволил определить классы критериев оценки относительной важности,

взаимную полезность, состояние и сроки выполнения научно-исследовательских разработок, а также необходимость разумного баланса между внутренней логикой науки и ее практической значимости (его нарушение приводит к безразличию общества к науке или потере перспектив в фундаментальных исследованиях).

Системный подход позволяет уменьшить или даже исключить неопределенность, свойственную решаемой проблеме; реконструировать ее в моделях, отвечающих целям исследования; выявлять объекты, свойства и связи исследуемой системы с учетом взаимного влияния внешней среды. Сложные иерархические структуры в соответствии с методикой ПАТТЕРН можно рассматривать и как набор определенным образом типологизированных элементов и связей между ними (многоуровневое представление структур). Переход с одного уровня на другой осуществляется путем выделения определенных подструктур, которые, в свою очередь, можно рассматривать в качестве *макроскопических* элементов, связанных между собой более простым и понятным образом. Элементы более низкого уровня могут рассматриваться как *микроскопические*. Тогда система при ее проектировании конфигурируется с использованием, так называемых, *паттернов* (англ. *pattern* — образец, пример, принцип; *не путать* с методикой ПАТТЕРН!). Паттерн можно рассматривать как некое удачное типовое решение проблемы или как систематически повторяющийся фрагмент или последовательность элементов системы (широко применяется при создании программного обеспечения). В общем случае *паттерн-проектирование* представляет собой формализованное описание часто встречающейся задачи проектирования. Важнейшим на начальном этапе при работе с паттернами является адекватное моделирование рассматриваемой предметной области. Низшим уровнем представления системы является описание ее в терминах классов (со своими атрибутами и операциями) и соответствующих им объектов, выступающих в качестве микроскопических элементов, и отношений между ними, играющих роль связей. Примером макроскопического элемента следующего уровня является системная архитектура, представляющая собой базовую подструктуру рассматриваемой системы. Высшим уровнем является интеграция

отдельных систем, которые рассматриваются в качестве макроскопических элементов. Описание системы в терминах классов является низшим уровнем ее представления. При моделировании системы на уровне классов проводится дополнительная типологизация: описывается структура системы в терминах микроскопических элементов и указывается, насколько система соответствует требуемому значению функционала. Модель системы, построенная в терминах паттернов проектирования, является структурированным выделением *значимых* при решении поставленной задачи элементов и связей. Правильно сформулированный паттерн проектирования дает возможность *пользоваться* однажды удачно найденным решением *множественно*.

На каждом шаге исследования при поиске приемлемых решений варьируются структура и значения параметров модели; производится оценка результатов и принимается решение о дальнейшем направлении исследования. С теоретической точки зрения необходимы автоматизированная интеллектуальная технология и системная среда машинного исследования материалов как систем. Фундаментальную роль играет алгоритмическое знание и методы доказательного программирования на основе регулярного применения логических уравнений в качестве основного формализма представления модели проблемной области – *САТУРН-технология* [5]. В известной мере САТУРН-технология можно рассматривать как модификацию метода ПАТТЕРН.

Методологической основой построения математических моделей сложных систем здесь является *модульность структурных свойств* (сложная система представляется в виде совокупности взаимодействующих элементов). Алгоритмическое знание о математических моделях, методах и методиках исследования имеет сложную иерархическую модульную структуру. Используются три концептуально обособленных слоя: вычислительный, схемный и производственный (примеры реализации в [3,5]).

В соответствии с [6] в иерархии слоев понятия *производственного слоя* (определяют технологию решения задач анализа и проектирования материала) раскрываются через понятия *схемного слоя* (система согласованных объектов, в качестве которых выступают операции и параметры для

описания модульной структуры математической модели и алгоритмов ее исследования; схемные знания отражают весь интересующий исследователя набор понятий, необходимые для описания структурных особенностей и характеристик блоков математических моделей и методов их исследования), которые, в свою очередь, раскрываются через понятия *вычислительного слоя* (является основанием всей пирамиды знаний в виде библиотек, снабженных спецификациями, автономно транслируемых и отлаживаемых модулей подпрограмм).

При рассмотрении материалов как систем, сложность подразумевается на модельном уровне; прежде всего составной характер математической модели. Это означает представление сложной модели в виде взаимодействующих подсистем, модулей и элементов и связей между ними. Важно указать наиболее часто используемые на практике алгоритмические модели, когда описываемые сложные системы уравнений оформляются в виде множества взаимосвязанных процедур, а организованный на этой основе вычислительный процесс в определенном смысле позволяет описать поведение моделируемой системы. При компьютерном моделировании база алгоритмических знаний определяется как совокупность понятий «модель – метод – методика».

Модификация метода ПАТТЕРН для разработки композитов. Рассмотрим возможность использования метода ПАТТЕРН при разработке композиционных материалов, исходя из их представления в виде *сложных систем* [1]. Проектирование композитов должно производиться с соблюдением основных принципов системного подхода:

- иерархичность; каждая система или элемент рассматривается как отдельная система;
- структурность; возможность описания системы через описание связей между ее элементами;
- взаимозависимость; проявление свойств системы только при взаимодействии с внешней средой;
- множественность описания; описание системы множеством взаимодействующих математических моделей;
- проектирование части с учетом целого.

В случае больших *сложных систем*, сформированных по *модульному принципу* (в

том числе и композиционных материалов), все же удается производить декомпозицию системы на отдельные подсистемы, обладающие определенной степенью автономности (*интегративные свойства приближенно можно определить на основе автономных исследований отдельных подсистем*). Здесь каждый элемент иерархической структуры качества системы определяет автономное (без учета всех межсистемных связей) качество отдельной системы. Результаты автономных исследований модулей можно использовать для определения интегративных свойств (определяются связями между модулями, уровнями и на каждом из уровней; в основном, лишь на качественном уровне). Возможность использования результатов автономных исследований отдельных подсистем при конструировании системы в целом напрямую связана с необходимостью устранения межсистемных связей. Это можно сделать введением настраиваемых эталонных моделей с одновременной децентрализацией модулей по входам. Условия для переноса результатов автономных исследований на систему в целом определяются полнотой понимания процессов формирования структуры и свойств системы. В частности, при определении некоторых свойств материала в зависимости от гранулометрического состава можно использовать ингредиенты из других материалов, но с тем же гранулометрическим составом, что и в синтезируемом материале. Однако необходимо обеспечить аналогичные, по возможности точные, межсистемные связи (например, смачиваемость). При переносе результатов автономных исследований смачиваемости на формирование структуры и свойств материала необходимо знать параметры смачиваемости входящих компонентов в стесненных условиях. Принципиально это можно обеспечить использованием настраиваемой эталонной модели, предусматривающей регулирование давления между компонентами. Настройку можно обеспечить с использованием экспериментальных данных на образцах.

Используемые традиционно в строительном материаловедении данные о кинетических процессах формирования структуры и физико-механических характеристик материала по существу являются автономными исследованиями отдельных отдельных модулей. Здесь требуемые параметры кинетических

процессов определяются с учетом межсистемных связей. Неявно присутствуют эталонные модели, предусматривающие одновременную децентрализацию по входам.

На основе классификации наиболее распространенных видов кинетических процессов строилась их обобщенная модель, представляющая собой обыкновенное дифференциальное уравнение n -го порядка с постоянными коэффициентами. Каждый из рассматриваемых кинетических процессов (набор прочности, модуль упругости, усадка, внутренние напряжения, тепловыделение, химическая стойкость, водопоглощение и водостойкость) рассматривались как частные случаи обобщенной модели. Алгоритмы определения параметров моделей составлялись исходя из характерных точек кинетических процессов (например, корней характеристического полинома) [4].

При оптимизации структуры и свойств материала, исходя из параметров кинетических процессов формирования его физико-механических характеристик: радиационной стойкости, набора прочности, тепловыделения, усадки и др., функционал качества принимался в виде

$$\Phi(S) = f\lambda_m + a \frac{1}{\lambda_m} + br + c \frac{1}{r},$$

$$\lambda_m = \min_i \{\lambda_i\}, \quad r = \max_i \left\{ \frac{\lambda_i}{\lambda_m} \right\},$$

где $(-\lambda_i)$ – корни характеристического полинома, $\lambda_i > 0, i = \overline{1, k}$; f, a, b, c – весовые константы. В частности, для моделей второго порядка

$$\Phi(S) = \left(\xi - \sqrt{\xi^2 - 1} \right) \cdot \omega_0 + \frac{a}{\left(\xi - \sqrt{\xi^2 - 1} \right) \cdot \omega_0} + b \cdot \frac{\xi + \sqrt{\xi^2 - 1}}{\xi - \sqrt{\xi^2 - 1}} + c \cdot \frac{\xi - \sqrt{\xi^2 - 1}}{\xi + \sqrt{\xi^2 - 1}},$$

$$\lambda_1 = n + \sqrt{n^2 - \omega_0^2} < 2n, \quad \lambda_2 = n - \sqrt{n^2 - \omega_0^2} < n, \quad \xi = \frac{n}{\omega_0}, n \geq \omega_0.$$

Качество материала тем выше, чем меньше $\Phi(S)$. При решении задачи использовались области равных оценок качества материала $d_{k-1} \leq \Phi(S) < d_k$, где k – класс системы; $k = \overline{1, N}$; N – балльность шкалы.

Границы областей равных оценок определялись в виде $\Phi(S) = d = const$. Идентификация областей равных оценок производилась выбором числовых значений d для границ каждого класса на основе сравнения расчетных границ с экспериментальными.

Связь характеристик материала с параметрами модели определялась по экспериментальным данным.

При выборе характеристик ингредиентов и материала в целом использовались градиентные методы.

Значительный интерес представляет результат взаимодействия между структурообразующими элементами (механизм флокуляции). Для целенаправленного изменения свойств композитов производилось математическое

моделирование флокулообразования и седиментации в дисперсных системах.

При моделировании использовались модели парного взаимодействия; эволюция описывалась системой уравнений:

$$m_i \ddot{\mathbf{r}}_i - k_i (\dot{\mathbf{r}}_i - \mathbf{v}_i) = -\nabla U_i, \quad i = \overline{1, N},$$

где m_i – масса i -ой частицы; x_i, y_i, z_i – ее координаты; $\mathbf{r}_i = (x_i; y_i; z_i)$; k – коэффициент, характеризующий диссипативные свойства дисперсионной среды; \mathbf{v}_i, U_i – скорость и потенциал дисперсионной среды в точке $(x_i; y_i; z_i)$. Потенциал определяется характером межфазного взаимодействия.

На основе численного эксперимента с использованием разработанного комплекса программ определялись условия флокуляции и седиментационной устойчивости композиции с полидисперсным наполнителем [5]. Для повышения вычислительной эффективности при моделировании использовалось специально разработанное автономное программное обеспечение, что позволило осуществить визуализацию конфигураций и динамику частиц (рис.1.).

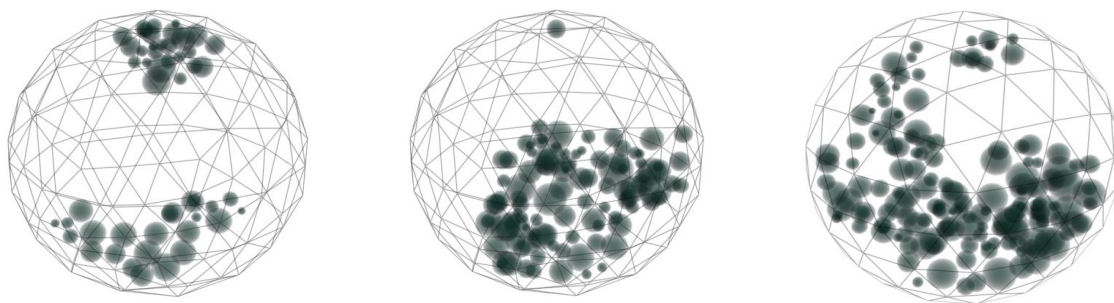


Рис. 1. Некоторые установившиеся конфигурации систем

Оказалось, однородность установившейся конфигурации и седиментационная устойчивость полидисперсной системы, в основном, определяется объемной степенью наполнения. При достижении предельной объемной доли дисперсной фазы ($v_f = 0,16$) разделения системы на изолированные подобласти не происходит. Образование флоккул возможно только для частиц, у которых линейные размеры и межчастичное расстояние сопоставимы с

$$h_{cmax} = \frac{\sigma_m \cos \theta}{RT} \cdot \frac{M}{\rho_m}; \quad \sigma_m -$$

поверхностное натяжение матричного материала, θ – краевой угол смачивания, ρ_m , M – плотность и молекулярная масса вяжущего, RT – тепловая энергия одного моля вяжущего.

Модификация метода ПАТТЕРН и Сатурн-технология эффективно нами использовались для управления структурой и свойствами радиационно-защитных и химически-стойких композиционных материалов. Проектирование начиналось, исходя из *технического задания* с указанием организации и свойств материала как системы. Возможность создания композита и реализация технического задания первоначально определялись на этапе *когнитивного моделирования* с установлением интенсивных и экстенсивных свойств с выделением управляющих параметров. На основе когнитивной карты определялись *иерархические структуры* критериев качества, а в соответствии с выделенными критериями качества – соответствующие структурные схемы системы (для каждого выделенного масштабного уровня). Далее осуществлялась

формализация критериев качества системы и разрабатывались *математические модели* в соответствии с каждым из критериев. Наконец, на основе решения задач *однокритериальной оптимизации* с использованием найденных *оптимальных значений* осуществлялась *формализация многокритериальной задачи* и ее решение (определялись *оптимальное строение и свойства системы – композита*).

Заключение

1. Показана возможность представления строительных материалов как сложных систем с указанием системообразующих атрибутов.

2. Указана методика определения интегративных свойств композиционных материалов *на основе автономных исследований сепаратных подсистем*.

3. Предложена методика оптимизации рецептурно-технологических параметров материала как многоцелевой, сложной системы с использованием результатов однокритериальной оптимизации по каждому из частных критериев.

4. Приведенные для синтеза композитов методики можно использовать при разработке и управлении качеством и других сложных технических систем модульной структуры (в том числе транспортных систем).

Библиографический список

1. Гарькина И. А., Данилов А. М., Королев Е. В. Строительные материалы как системы // Строительные материалы. – 2006. – № 7. – С.55-58.
2. Гарькина И. А., Данилов А. М., Королев Е. В. Когнитивное моделирование при синтезе композиционных материалов как сложных систем // Известия вузов. Строительство. – 2009. – №3/4. – С.30-37.
3. Гарькина И. А., Данилов А. М. Управление качеством материалов со специальными

свойствами // Проблемы управления. - 2008-№ 6.- С. 67-74.

4. Гарькина И. А., Данилов А. М., Королев Е. В. Системный подход к разработке материалов: модификация метода ПАТТЕРН // Вестник МГСУ.- 2011.- № 2, Т.2. - С.400-405.

5. Гарькина И. А., Данилов А. М., Смирнов В.А. Флокуляция в дисперсных системах // Системы управления и информационные технологии. -2008. - № 2.3(32). - С.344-347.

6. Васильев С. Н., Опарин Г. А., Феоктистов А. Г. Интеллектуальный подход к автоматизации моделирования сложных управляемых систем // Труды Международной конференции RDAMM-2001. Новосибирск: Том 6. Ч.2. Спец. выпуск. С.159-168.

APPLICATIONS OF THE THEORY OF SYSTEMS TO MANAGE THE STRUCTURES AND PROPERTIES OF THE COMPOSITE

I.A. Garkina, A.M. Danilov

The algorithm of the synthesis of composite materials is derived on the base of representation of composites as complex systems with modular structure. The adjustment of the PATTERN method for the algorithm is performed during design (which is based on system approach) of the radiation-protective composites. By computer simulation used Saturn-technology. The concept development of materials with special properties based on the study of kinetic processes of structure formation and basic physical and mechanical characteristics of the material is proposed.

Keywords: composite materials, structure and properties, complex systems, modeling.

Bibliographic list

1. Garkina I. A. Danilov A. M., Korolev E. V. Building materials as a system // Building Materials.- 2006. - № 7. - P.55-58

2. Garkina I. A., Danilov A. M., Korolev E. V. Cognitive modeling of composite materials for the synthesis of complex systems like // News of higher

educational institutions. Construction - 2009. - № 3/4. - P.30-37.

3. Garkina I. A., Danilov A. M. Quality control materials with special properties // Control Sciences - 2008. - № 6. - P. 67-74.

4. Garkina I. A. Danilov A. M., Korolev E. V. A systematic approach to the development of materials: modification of a PATTERN // 2011. Vestnik MGSU, № 2, Vol. 2. P.400-405.

5. Garkina I. A., Danilov A. M., Smirnov V. A. Flocculation in disperse systems // Control Systems and Information Technology. 2008. № 2.3 (32). P.344-347.

6. Vasiliev S. N., Oparin G. A., Feoktistov A. G. Intelligent approach to automated modeling of complex control systems // Proceedings of the International Conference RDAMM-2001. Novosibirsk: Vol. 6. Part 2. Spec. release. P.159-168.

Гарькина Ирина Александровна - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры математики и математического моделирования ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства». Основные направления научной деятельности: синтез композиционных материалов, системный анализ, математическое моделирование. Общее количество опубликованных работ: 270 научных и учебно-методических работ. e-mail: fmatem@pguas.ru

Данилов Александр Максимович - доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математики и математического моделирования ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства». Основные направления научной деятельности: управление в сложных технических системах, системный анализ, математическое моделирование, синтез композиционных материалов. Общее количество опубликованных работ: более 350 научных работ. e-mail: regas@pguas.ru

УДК 697.92: 628.83

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ГИБРИДНЫХ СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

А. Д. Кривошеин, И. В. Андреев

Аннотация. Рассмотрены особенности распределения перепадов давления и расходов воздуха в системах вентиляции с централизованным механическим удалением и децентрализованным притоком воздуха. Показано влияние на воздухообмен помещений ряда внешних и внутренних факторов.

Ключевые слова: вентиляция, жилые здания, аэродинамический расчет, приточные устройства.

Введение

Обеспечение требуемого воздухообмена является одной из важнейших задач при проектировании инженерного оборудования зданий.

Большинство систем вентиляции жилых многоквартирных зданий до последнего времени выполнялись (и продолжают выполняться) с естественным побуждением движения воздуха. Работа таких систем характеризуется зависимостью от тепловых и ветровых перепадов давлений, неустойчивостью при ограничении притока воздуха, невозможностью обеспечения требуемого воздухообмена в течение годового цикла эксплуатации здания.

В качестве альтернативных систем вентиляции в последние годы все чаще рассматриваются, так называемые, гибридные (комбинированные) системы с централизованным механическим удалением и децентрализованным притоком воздуха [1,2,3]. Удаление воздуха в таких системах обеспечивается посредством вытяжных вентиляторов, устанавливаемых на оголовках вентиляционных каналов (вентиляционных блоков, вентшахт), приток воздуха – через регулируемые приточные устройства (стеновые или оконные клапаны), устанавливаемые в наружных стенах или оконных блоках. Регулирование воздухообмена предусматривается как за счет изменения аэродинамического сопротивления приточных устройств (регулирование площади притока), так и за счет частотного регулирования вытяжных вентиляторов.

Основной особенностью расчета и проектирования гибридных систем является необходимость совместного учета перепадов давлений, создаваемых вытяжными вентиляторами, естественных перепадов,

возникающих в результате тепловых и ветровых воздействий на здание, а также возможных эксплуатационных изменений характеристик отдельных конструктивных элементов систем вентиляции.

Исследование процессов распределения воздуха в подобных системах и являлось целью данной работы.

Математическое описание задачи

В общем случае система вентиляции жилого здания с его ограждающими конструкциями, вытяжными и приточными устройствами, воздуховодами может быть представлена в виде аэродинамической сети сложной геометрической формы, включающей узлы (в качестве которых принимаются отдельные помещения, точки слияния и деления потоков воздуха) и участки (связи), характеризующие аэродинамическое сопротивление воздуховодов, приточных клапанов, окон, дверей и пр., связывающих узлы сети между собой.

Пример составления расчетной схемы системы вентиляции трехкомнатной квартиры верхнего этажа многоэтажного здания приведен на рисунке 1. Некоторые варианты расчетных схем гибридных систем вентиляции многоэтажных зданий представлены на рисунке 2.

Движение воздуха в рассматриваемой сети описывается уравнениями вида

$$P_{k,i} - P_{m,i} = S_i \cdot G_i^n, \quad (1)$$

где $P_{k,i}$, $P_{m,i}$ – давление в отдельных узлах сети, Па; G_i – массовый расход воздуха по i -му участку сети между узлами k и m , кг/ч; S_i – характеристика сопротивления i -ого участка сети, $ч^2 \cdot Па / кг^2$; n – показатель фильтрации.

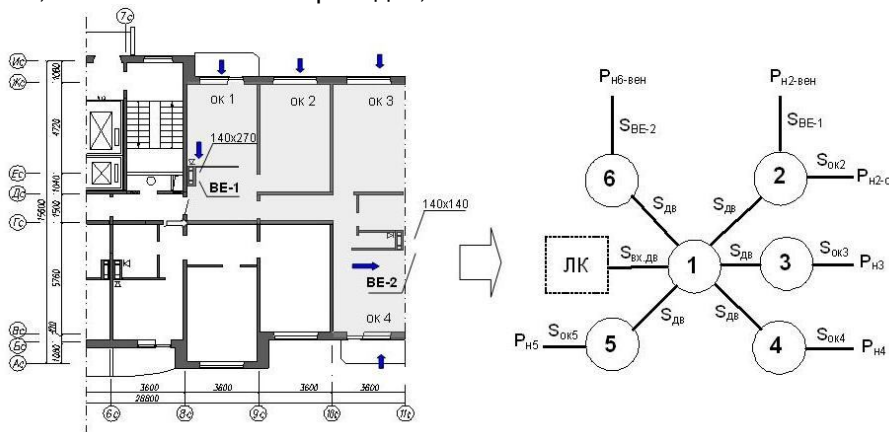


Рис. 1. Пример составления расчетной схемы системы вентиляции трехкомнатной квартиры

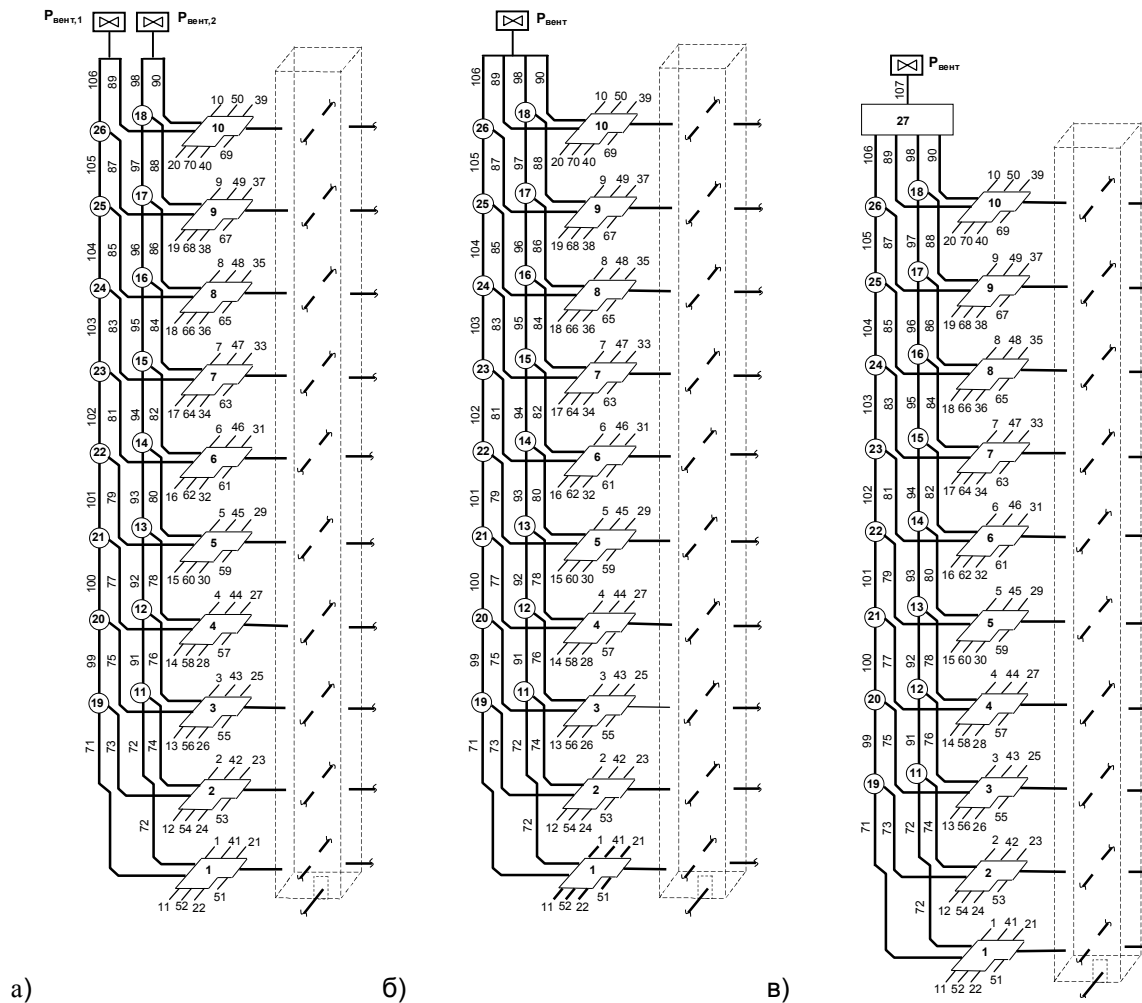


Рис. 2. Расчетные схемы некоторых вариантов гибридных систем вентиляции:

а – с вентиляторами на каждом оголовке вентиляционных каналов; б - с одним вентилятором на два оголовка вентканалов; в – с теплым чердаком

Если конструкция непосредственно граничит с наружным воздухом, то в качестве $P_{k,i}$ в уравнении (1) фигурирует давление наружного воздуха на уровне данной конструкции $P_{ext,i}$ и давление в рассчитываемом помещении $P_{m,i}$

$$P_{ext,i} - P_{m,i} = S_i \cdot G_i^n \quad (2)$$

Число уравнений типа (1), (2) определяется по расчетной схеме системы вентиляции здания и равно общему количеству связей, сходящихся в узлах.

Наружное давление $P_{ext,i}$ определяется гравитационной $P_{g,i}$ и ветровой $P_{v,i}$ составляющими

$$P_{ext,i} = P_{g,i} + P_{v,i} \quad (3)$$

$$P_{g,i} = h_i \cdot g \cdot (\rho_{ext} - \rho_{int}) \quad (4)$$

$$P_{v,i} = k_i \cdot \frac{v_{ext}^2}{2} \cdot \rho_{ext} \quad (5)$$

где h_i - вертикальное расстояние от уровня условного нуля до центра рассматриваемой конструкции, м; g - ускорение свободного падения, м²/с; ρ_{ext} и ρ_{int} - соответственно плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м³; k_i - аэродинамический коэффициент здания (для наветренной и заветренной сторон); v_{ext} - расчетная скорость ветра, м/с.

Дополнительное разрежение (давление), создаваемое вентилятором $P_{вент}$, предлагается учитывать по рабочей характеристике, принимаемой по справочным данным или по результатам испытаний вентилятора.

Расчет характеристик сопротивления отдельных участков сети может быть выполнен по известным формулам [4,5]:

- для вентиляционных каналов

$$S = \frac{\sum \xi + (\lambda_{тр} / d_{экр}) \cdot l}{2 \cdot (f_k \cdot 3600)^2}, \quad (6)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений; $\lambda_{тр}$ – коэффициент аэродинамического трения; $d_{экр}$ – эквивалентный диаметр канала (воздуховода), м; f_k – площадь канала, м²; l – длина канала, м;

- для окон, входных и межкомнатных дверей

$$S_i = \Delta P_{10} / (G_o \cdot F_i)^{1/n}, \quad (7)$$

где G_o – удельный расход воздуха через конструкцию при перепаде давлений 10 Па, кг/(м²·ч); ΔP_{10} – перепад давлений 10 Па; n – показатель режима фильтрации; F – площадь оконного (дверного) блока, м²;

- для приточных устройств (клапанов)

$$S_i = \Delta P_{10} / (G_o)^{1/n}, \quad (8)$$

где G_o – расход воздуха через приточное устройство, кг/ч; n – показатель режима фильтрации (принимаемые по результатам испытаний или по справочным данным).

В том случае, если характеристика сопротивления меняется при изменении перепада давлений, величина S задается (вводится в расчет) в виде функциональной или дискретной зависимости $S = f(\Delta P)$.

В конечном счете, аэродинамический расчет системы вентиляции сводится к решению системы нелинейных уравнений, типа (1) – (5) с учетом зависимостей (6) – (8).

Решение уравнений реализовано в компьютерной программе S-VENT 1.0. Программа позволяет решать как прямые задачи – подбор характеристик вентиляторов и размеров вентиляционных каналов, необходимых для обеспечения требуемых расходов воздуха в помещениях квартир проектируемого здания, так и обратные задачи, связанные с прогнозированием расходов воздуха при заданных конструктивных характеристиках сети и изменении внешних и внутренних воздействий в процессе эксплуатации здания.

Результаты исследований

Анализ закономерностей распределения перепадов давлений и расходов воздуха в гибридных системах вентиляции

многоэтажных зданий проведен при варьировании следующих параметров:

- аэродинамического сопротивления отдельных элементов системы;
- температуры наружного воздуха;
- компоновки вытяжных каналов и вытяжных вентиляторов;
- схем регулирования вытяжных вентиляторов.

Результаты расчетов в виде расходов воздуха в каналах-спутниках представлены на рис.3 – рис.5.

Анализ результатов расчетов позволил сделать следующие выводы:

- при равенстве температур наружного и внутреннего воздуха распределение перепадов давлений и расходов воздуха в вытяжных каналах происходит пропорционально аэродинамическим сопротивлениям участков сети; при отсутствии регулирования наибольшие расходы наблюдаются в вытяжных каналах верхних этажей; соответственно для выравнивания расходов по высоте здания необходима пусконаладочная регулировка каналов-спутников, например посредством регулируемых вытяжных решеток;

- изменение характеристик (аэродинамического сопротивления) отдельных участков сети в связи с открытием или закрытием оконных створок, регулированием приточных устройств на одном или нескольких этажах здания приводит к изменению давлений и расходов воздуха по всей сети (в том числе и в после пусконаладочной регулировки); в частности, расходы воздуха, удаляемого из квартир верхних этажей возрастают в несколько раз, расходы воздуха из квартир нижних этажей существенно снижаются;

- устранение (уменьшение) разбалансировки системы возможно за счет частотного регулирования вытяжного вентилятора (подбора вентилятора с рабочей характеристикой, позволяющей поддерживать требуемый перепад давлений на всасывающем патрубке), или применения устройств, позволяющих децентрализованно производить автоматическую регулировку расходов удаляемого воздуха из квартир (например, специальных вытяжных клапанов или вытяжных вентиляционных решеток на вытяжных каналах); следует отметить, что выравнивание перепадов давлений за счет частотного регулирования вытяжного вентилятора при открытых створках оконных блоков приводит к увеличению расхода

удаляемого воздуха (см. рис. 3 а, рис. 3 б), соответственно вытяжной вентилятор должен обеспечивать заданное давление на всасывании в очень широком диапазоне расходов воздуха;

- при понижении температуры наружного воздуха эпюры распределения перепадов давлений по высоте здания изменяются, расходы воздуха из квартир нижних этажей возрастают; при этом величина тепловых перепадов давлений может превышать рабочее давление вентилятора на всасывании; балансировка сети в данном случае возможна только лишь за счет децентрализованного авторегулирования вытяжных вентиляционных решеток или специальных вытяжных клапанов (см. рис.4);

- при выполнении систем вентиляции с двумя и более вытяжными вентиляторами (на каждом оголовке - см. рис. 2 б), возможна разбалансировка систем при изменении производительности одного из вентиляторов, вплоть до опрокидывания одной из систем с перетеканием воздуха между отдельными

квартирами (см. рис. 5.); соответственно при выполнении систем вентиляции с двумя и более вытяжными вентиляторами системы должны обязательно оснащаться устройствами взаимной балансировки;

- в гибридных системах вентиляции с теплыми чердаками (см. рис. 2. в) значительное влияние на производительность системы оказывает герметичность конструкций теплого чердака; при разгерметизации (открытии входной двери или наличии отверстий в ограждающих конструкциях чердака) расходы удаляемого воздуха из квартир существенно снижаются;

- аналогично при любых вариантах компоновки вытяжных каналов и вытяжных вентиляторов существенное значение имеет наличие неплотностей (герметичность) соединений вытяжных каналов; в случае подсоса через неплотности (щели, стыки) вентиляционных блоков фактические расходы воздуха по участкам сети могут существенно отличаться от расчетных.

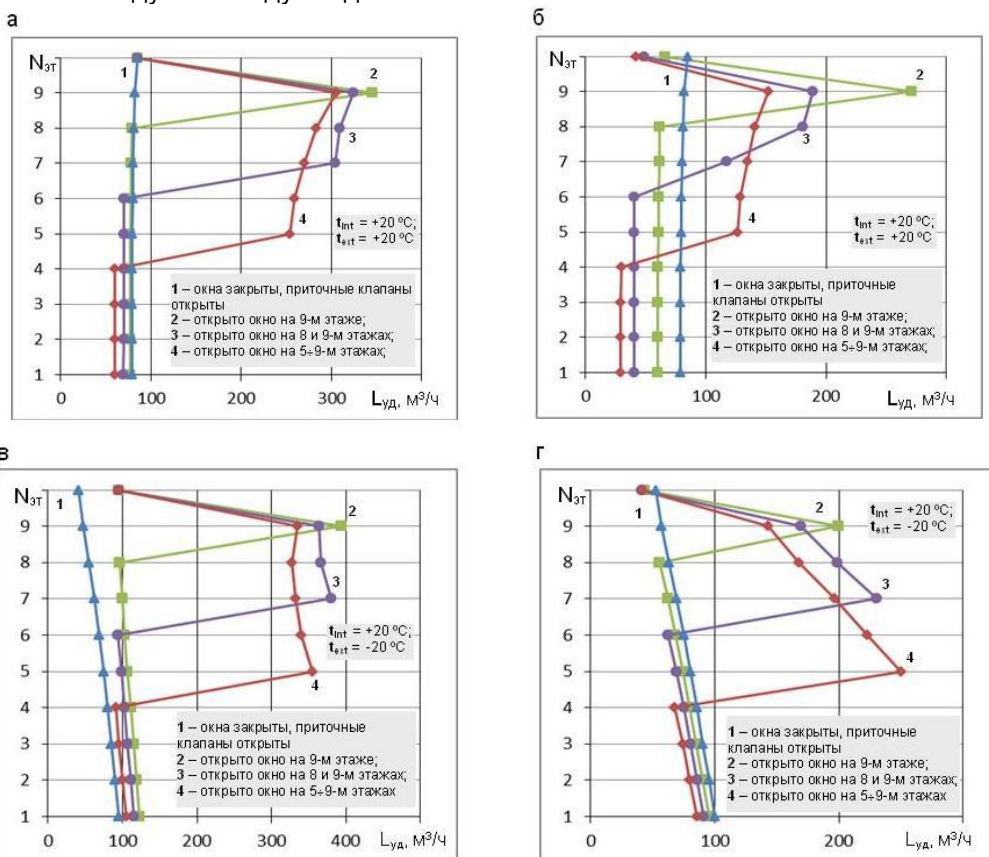


Рис. 3. Изменение расходов в каналах-спутниках гибридной системы вентиляции при изменении характеристик сопротивления на притоке (открытии створки окна) и различных температурах наружного воздуха: а, в – при поддержании заданного перепада давлений на всасывающем патрубке вытяжного вентилятора; б, г – без авторегулирования вытяжного вентилятора

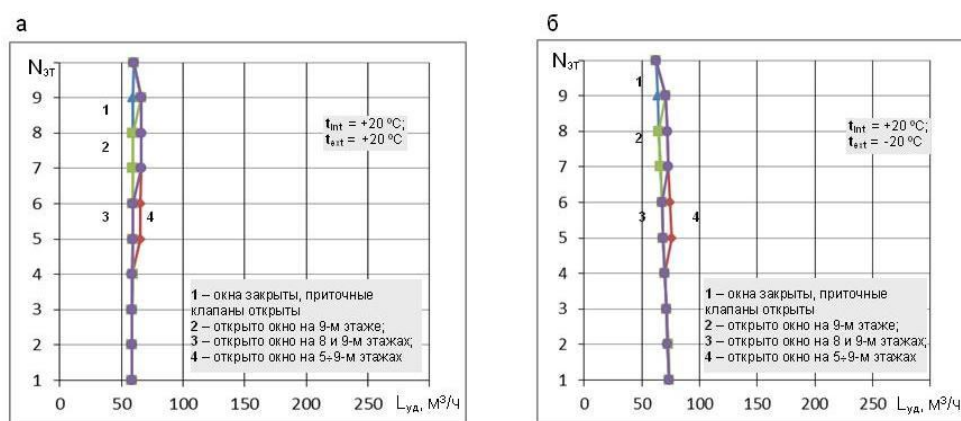


Рис. 4. Изменение расходов в каналах-спутниках гибридной системы вентиляции при наличии децентрализованного авторегулирования на входе в вытяжные каналы: а – при температуре наружного воздуха +20 °С, б – при температуре наружного воздуха минус 20 °С

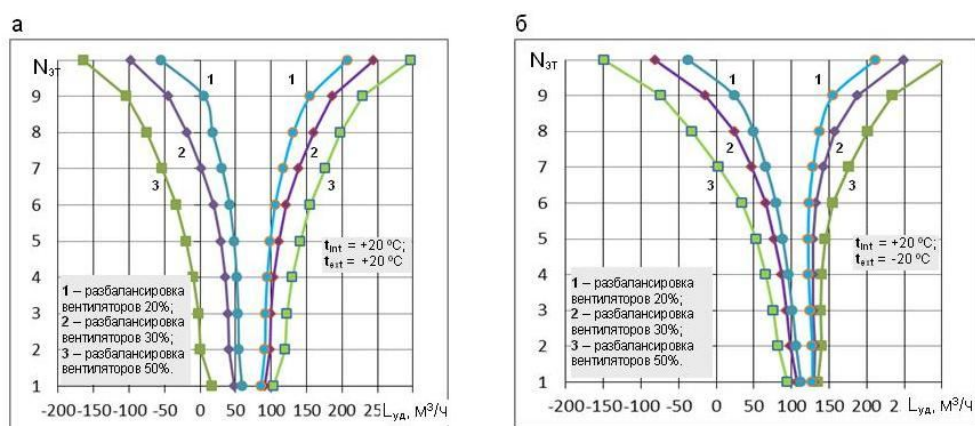


Рис. 5. Изменение расходов в каналах-спутниках гибридной системы с вентиляторами, установленными на каждом оголовке вентиляционных каналов при дебалансе вытяжных вентиляторов в размере 20, 30 и 50%: а – при температуре наружного воздуха +20 °С; б – при температуре наружного воздуха минус 20 °С

Заключение

Гибридные системы вентиляции жилых многоэтажных зданий являются сложными, динамически изменяемыми системами. Их эксплуатационная эффективность существенно зависит от конструктивного решения, характеристик отдельных элементов систем, внешних и внутренних воздействий, наличия элементов авторегулирования и балансировки.

Традиционный подход к проектированию подобных систем на расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха при заданных расходах и характеристиках участков аэродинамической сети является недостаточным и не обеспечивает правильного подбора конструктивных элементов. Как следствие – возможная неустойчивая работа систем на стадии

эксплуатации, существенные отклонения от проектных режимов.

Проектирование гибридных систем должно включать подбор вытяжных вентиляторов с учетом частотного регулирования в достаточно широких пределах расходов воздуха при обязательном применении технических решений по децентрализованному авторегулированию на притоке и на вытяжке.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках гранта РФФИ 12-08-98054-р_сибирь_а

Библиографический список

1. Малявина Е. Г., Бирюков С. В., Дианов С. Н. Воздушный режим высотного жилого здания в течение года. Часть 2. Воздушный режим при механической вытяжной вентиляции// АВОК, 2005. - №1.

2. Бобровицкий И. И., Шилкин Н. В. Гибридная вентиляция в многоэтажных жилых зданиях// АВОК. – 2010 - №3.

3. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий. Р НП «АВОК» 5.2-2012. - М., 2012. – 24 с.

4. Гинзбург Э. Я. Расчет отопительно-вентиляционных систем с помощью ЭВМ. – М., Стройиздат, 1979. – 184 с.

5. Кривошеин А. Д. Прогнозирование работы систем естественной вентиляции жилых зданий с организованным притоком воздуха// Известия Вузов. Строительство. - 2011. - №4 - С. 43 – 52.

RESEARCH OF PROCESSES OF DISTRIBUTION OF AIR IN HYBRID SYSTEMS VENTILATIONS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

A. D. Krivoshein, I. V. Andreev

Features of distribution of differences of pressure and air expenses in ventilation systems with the centralized mechanical removal of air and the decentralized inflow are considered. Influence on air exchange of rooms of a number of external and internal factors is shown.

Keywords: ventilation, residential buildings, aerodynamic calculation, air handling unit.

Bibliographic list

1. Malyavina E. G., Biryukov, S. V., Dianov S. N. Air regime of a high-rise residential building for a year.

Part 2. Air mode for mechanical ventilation//АВОК, 2005. - №1.

2. Bobrovitsky I. I., Shilkin N. V., Hybrid ventilation in multi-storey residential buildings // АВОК. - 2010, № 3.

3. Technical recommendations for the organization of air in the apartments of residential buildings. Р NP "АВОК" 5.2-2012. - М., 2012. - 24 p.

4. Ginsburg E. Ya. Calculation of heating and ventilation systems with a computer. - М., Stroyizdat, 1979. - 184 p.

5. Krivoshein A. D. Prediction of natural ventilation of residential buildings with organized air intake // Math. Universities. Building. - 2011. - № 4. - P.43 - 52.

Кривошеин Александр Дмитриевич - кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Городское строительство и хозяйство» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – энергосбережение в зданиях, вентиляция. Общее количество публикаций – 103. Адрес эл.почты: gshomsk@mail.ru

Андреев Игорь Валентинович - аспирант, Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – вентиляция зданий. Общее количество публикаций – 2. Адрес эл.почты: andr-ig@ya.ru

УДК 69.07 - 69.003.13

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В КАРКАСАХ ЗДАНИЙ

А. Д. Рахмонов, Н. П. Соловьев

Аннотация. В статье представлены предложения по комбинированному армированию элементов монолитных и сборно-монолитных каркасов с рациональным использованием композитной и стальной арматуры. По результатам технико-экономического сравнения дано обоснование целесообразности применения композитной арматуры.

Ключевые слова: композитная арматура, технико-экономическое обоснование, комбинированное армирование, неразрезные балки монолитных каркасов.

Введение

В современном строительстве, наряду с традиционной стальной арматурой, растет применение композитной арматуры.

Ежегодно увеличивающийся темп роста объемов производства композитной арматуры свидетельствует о том, что российский рынок по этому направлению является динамично развивающимся. По оценкам ResearchTechart [1] в 2008 году

объем российского рынка композитной арматуры в стоимостном выражении вырос на 14 % по сравнению с аналогичным показателем предшествующего года. В следующем году под влиянием кризиса строительной отрасли рост рынка сократился и составил по итогам 2009 года 8,6 %. В 2010 году, ввиду начала выхода из кризиса отрасли и оживления платежеспособного спроса потребителей, ориентированных на

поиск наиболее эффективных и экономичных решений, темп роста российского рынка композитной арматуры составил уже 11 %, а за 2011 год превысил докризисный уровень и составил порядка 15 %. По итогам 2012 года темп роста производства композитной арматуры вырос до 20 %.

В отличие от рынка стальной строительной арматуры рынок композитной арматуры не ощутил на себе столь сильного влияния замедления строительства. На протяжении 2008 - 2013 годов на российском рынке ежегодно наблюдалась положительная динамика темпов роста производства композитной арматуры.

Основная часть

Неметаллическая арматура за счет высокой прочности позволяет снизить материалоемкость конструкций и обеспечить экономию стали. Сегодня по соотношению параметров «цена – качество» для армирования железобетонных конструкций наиболее перспективной является базальтопластиковая арматура (АБП). Она имеет достаточно хорошее сцепление с бетоном, что позволяет открыть наиболее рациональные сферы применения арматуры [2]. Отличительная специфика базальтовых материалов – их высокая коррозионная стойкость к агрессивному воздействию внешней среды. Такая специфика базальтопластиковой арматуры не просто позволяет широко использовать её в

строительстве, но, и более того, существенно увеличивать межремонтный цикл эксплуатации конструкций.

В настоящее время известны варианты применения высокопрочных эффективных видов композитной арматуры при строительстве фундаментов зданий, в дорожном строительстве, в конструкциях, работающих в условиях ускоренной коррозии стальной арматуры и бетона. Прямая замена стальной арматуры на композитную в массовых железобетонных конструкциях затруднительна из-за существенно меньшего модуля деформаций композитных материалов [3]. Однако применение АБП в статически неопределимых неразрезных железобетонных балках и плитах в качестве надпорной арматуры при сохранении в пролетных сечениях армирования из стальной арматуры может оказаться достаточно эффективным.

На рисунке 1 показан принцип комбинированного армирования, на рисунке 2 предложены варианты практического применения комбинированного армирования в монолитных балочных и безбалочных каркасах, в сборно–монолитных каркасах [4].

Предложенные технические решения были подтверждены проведенными испытаниями статически неопределимых балок с комбинированным армированием.

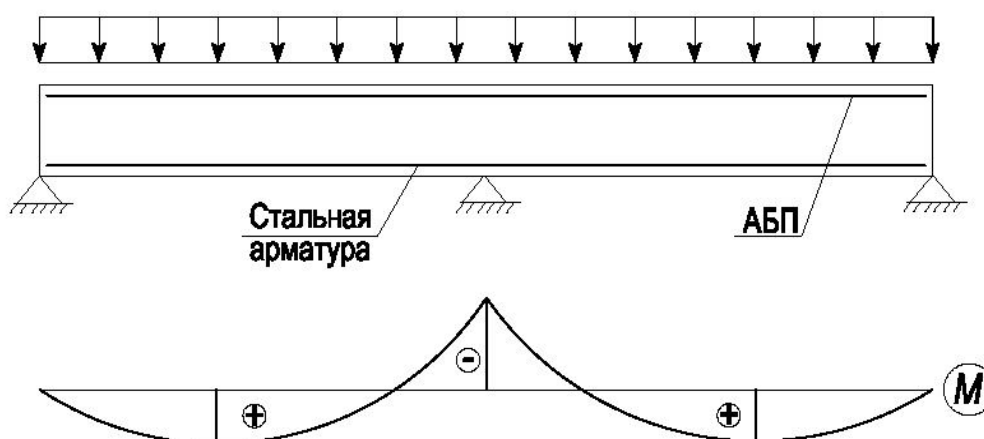


Рис. 1. Принцип комбинированного армирования неразрезных балок

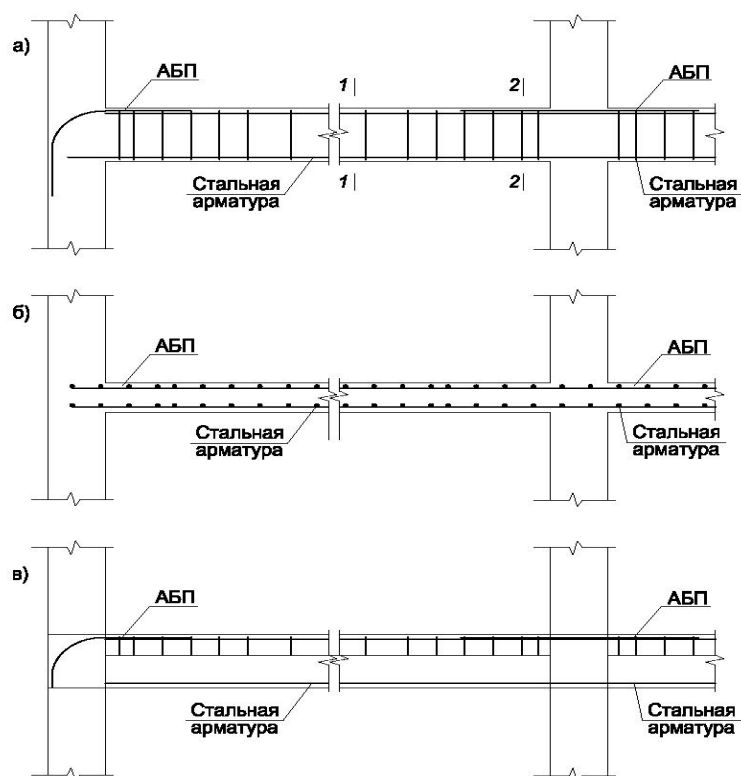


Рис.2. Варианты комбинированного армирования в каркасах зданий:
 а) в монолитных балочных каркасах,
 б) в монолитных безбалочных каркасах,
 в) в сборно-монолитных каркасах

Были изготовлены и испытаны три серии статически неопределимых конструкций в виде двухпролетных неразрезных балок прямоугольного сечения с размерами $100 \times 160(h)$ мм и общей длиной 3.5 м (расчетные пролеты по 1.68 м). Всего было испытано шесть балок.

Во всех образцах, как с комбинированным, так и с традиционным армированием, в качестве продольной нижней рабочей арматуры использовалась обычная стальная арматура класса А400. В первой серии опытных балок продольная верхняя арматура была также стальной, а в балках с комбинированным армированием в надопорных зонах устанавливались стержни диаметром 6 и 8 мм АБП производства ООО «Гален» г. Чебоксары. Поперечная арматура балок представляла собой замкнутые хомуты $\varnothing 5$ мм класса В500. Для всех балок использовался тяжелый бетон класса В25. Результаты испытаний позволили выявить характер реализации перераспределения

усилий в статически неопределимых балках и возможность применения комбинированного армирования [6].

Технико-экономическое обоснование целесообразности использования композитной АБП в статически неопределимых железобетонных конструкциях представлено на примере армирования балок в монолитных балочных каркасах.

Железобетонные балки монолитных каркасов в пролетном сечении армируются в продольном направлении рабочими металлическими стержнями 1, 5 и конструктивными 2, 4 (рис. 3а), в опорном сечении положение рабочей и конструктивной арматуры меняется [5]. В предлагаемом решении при комбинированном армировании производится замена верхней надопорной и конструктивной стальной арматуры 6, 7 базальтопластиковыми стержнями (рис. 3б).

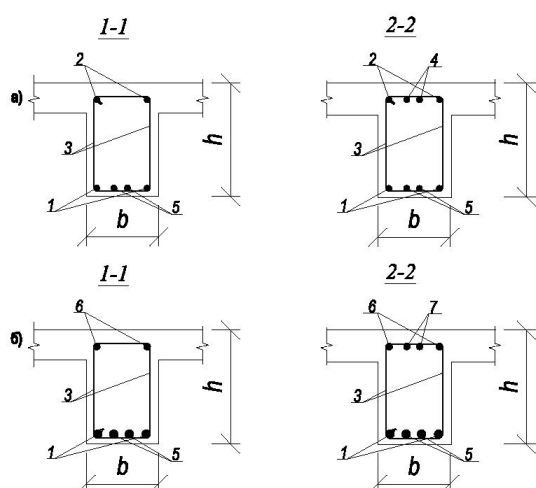


Рис. 3. Армирование пролетного и опорного сечения монолитных балок

- а) традиционное армирование балки:
 1,5 – нижняя рабочая стальная арматура,
 2,4 – верхняя надопорная и конструктивная стальная арматура, 3 – поперечная арматура,
 б) комбинированное армирование сечения балки: 1,5 – нижняя рабочая стальная арматура, 6,7 – верхняя надопорная и конструктивная базальтопластиковая арматура

При замене стального армирования на равнопрочную композитную арматуру, экономию можно получить от разницы в стоимости арматуры, за счет меньших затрат на её транспортировку, погрузку и разгрузку. Также положительный экономический эффект достигается за счет экономии расходных материалов при резке стержней, помимо этого снижаются расходы на электричество и трудоемкость арматурных работ.

Проведено сопоставление стоимости балок с традиционным армированием из обычной арматурной стали, с разработанным предложением при комбинированном армировании. Сравнение производилось по критериям стоимости и трудоемкости изготовления железобетонных балок.

Определение трудоемкости изготовления железобетонных балок и балок с комбинированным армированием производилось по руководству [7]. Для расчета были приняты средние значения цен региона, отраженные в информационно-аналитическом бюллетене по вопросам ценообразования в строительстве Республики Марий Эл [8]. Результаты расчетов представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 - Расчет полной стоимости материалов в варианте с традиционным армированием стальной арматурой

№ п/п	Наименование работ	Масса (кг)	Трудоемкость (чел – час)	Стоимость работ (руб.)	Стоимость материалов (руб.)	Полная стоимость (руб.)
I	Изготовление плоского каркаса КР-1	8.62	49.1*4.4)/1000 = 0.216	0.216*117.42=25.36	17.27*14 =242	891.8+25.36 =917.16
	2Ø10 A400 7.0 м	5.52			11.06*14 =154.8	
	2Ø8 A400 7.0 м	10.64			24.86*6 =149.2	
	2Ø12 A400 6.0 м	24.62			69.15*5 =345.8	
	2Ø20 A400 5.0 м	49.1			891.8	
II	Соединение стержни (хомутов) Ø5 Вр-500 0.15 м (37 шт.) (2 шт.)	6.66	6.66*7.8/1000 = 0.052	0.052*117.42=6.2	8.2*22.2 = 186	186+6.2 =192.2
III	Сборка пространственного каркаса	49.1	49.1*19.35/1000= 0.95	0.95*117.42 =111.55		111.55
IV	Укладка каркаса в опалубку	49.1	49.1*2/1000 = 0.098	0.098*117.42=11.53		11.53
V	Формирование (бетонирование)	0.1057 м ³	0.1057*7 =0.74	0.74*117.42 =86.89	0.1057 *5200 =549.64	549.64+86.89 =636.53
	Итого		2.03			1869.1

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Таблица 2 - Расчет полной стоимости материалов в варианте с комбинированным армированием

№ п/п	Наименование работ	Масса (кг)	Трудоемкость (чел – час)	Стоимость работ (руб.)	Стоимость материалов (руб.)	Полная стоимость (руб.)
I	Изготовление плоского каркаса КР-1	8.62	23.04*8.65/1000 =0.199	0.199*117.42=23.4	17.27*14 =242	889.01+23.4 =912.41
	2Ø10 А400 7.0 м	0.56			16.76*14 =234.6	
	2Ø6 АБП 7.0 м	10.64			24.86*6 =149.16	
	2Ø12 А400 6.0 м	3.22			52.65*5 =263.25	
	2Ø12 АБП 5.0 м	23.04			889.01	
II	Соединение стержни (хомутов) Ø5 Вр-500 0.15 м (37 шт) (2 шт)	6.66	6.66*7.8/1000 =0.052	0.052*117.42=6.2	8.2*22.2 =186	186+6.2 =192.2
III	Сборка пространственного каркаса	23.04	23.04*20.55/1000=0.473	0.473*117.42=35.87		35.87
IV	Укладка каркаса в опалубку	23.04	23.04*2/1000 =0.046	0.046*117.42=5.4		5.4
V	Формирование (бетонирование)	0.108 м ³	0.108*7 =0.756	0.756*117.42=88.78	0.108*5200 =561.6	561.6+88.78 =650.3
Итого			1.5			1722.1

Таблица 3 - Результаты сравнения вариантов железобетонных балок с обычным и комбинированным армированием по стоимости и трудоемкости

Виды работ	Трудоемкость (чел-ч)		Стоимость (руб.)	
	Традиционное армирование	Комбинированная армирование	Традиционное армирование	Комбинированная армирование
1.Изготовление плоского каркаса КР-1	0.216	0.199	917.16	912.41
2.Соединение отдельных стержни (хомутов)	0.052	0.052	192.2	192.2
3. Сборка пространственного каркаса	0.95	0.473	111.55	55.59
4. Укладка каркаса в опалубку	0.098	0.046	11.53	5.4
5.Формирование (бетонирование)	0.74	0.756	636.53	650.3
ИТОГО	2.056	1.526	1868.97	1815.9
		25.7 %		2.83 %

Анализ стоимости и трудоемкости балок выполнен на основе сравнения параметров материалов, отличающих рассматриваемые варианты. Трудоемкость оценивалась по ЕНиР на соответствующие работы.

Заключение

Таким образом, по результатам выполненной работы (таблица 3), можно сделать следующие выводы.

Сопоставление данных по стоимости и трудоемкости показало, что вариант с комбинированным армированием балок позволяет снизить стоимость и трудоемкость на 2.83 % и 25,7 % соответственно, что при больших объемах строительства приведет к весомому экономическому эффекту.

Конструктивные особенности разработанных (предлагаемых) вариантов бетонных балок с комбинированным

армированием снижают стоимость и трудоемкость их изготовления на стройплощадке в сравнении с балками с традиционным армированием.

Библиографический список

1. Маркетинговое исследование рынка композитной (стеклопластиковой и базальтопластиковой) арматуры. [Электронный ресурс] URL: <http://research-techart.ru/report/composite-reinforcements.htm>
2. Климов Ю. А., Солдатченко А. Д., Орешкин О. С. Экспериментальные исследование сцепления композитной неметаллической арматуры с бетоном // Градостроительства и территориальное планирование / Научно – технический сборник выпуск Киев. - 2011. - №42 - С.168-175
3. Волчок Д. Что такое композитное арматура? // «Кирпич» журнал для строителей по призванию. - 2012 г. - №5. - С. 6-11.
4. Пат. 124278 Российская Федерация, МПК В048 1/38 U1. Узел сопряжения монолитной железобетонной колонны и ригеля [Текст] / Соловьев Н. П., Рахмонов А. Д.; заявитель и патентообладатель Поволж. госуд. технологич. ун-ет. Заявл. 01.08.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2 – 3с.
5. Тихонов И. Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий // Пособие к проектированию М.: 2008 г. С. 64-66.
6. Рахмонов А. Д., Соловьев Н. П. Прочность изгибаемых элементов с комбинированным армированием на основе нелинейной деформационной модели // Материалы I международной (VII Всероссийской) конференции. Новое в архитектуре, проектирование строительных конструкций и реконструкции. – Чебоксары: ЧГУ, 2012 – С. 101-106.
7. Рекомендации по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования / НИИ экономики строительства Госстроя СССР, НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР, ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1987 г. С. 40-42, 55-57, 70-71.
8. Информационно-аналитический бюллетень по вопросам ценообразования в строительстве Республики Марий Эл, Йошкар-Ола: Центр Ценообразования, 2013. - № 1.

OFFERS ON USE OF COMPOSITE FITTINGS IN FRAMEWORKS OF BUILDINGS

A. D. Rahmonov, N. P. Solovev

This paper describes a combination of monolithic reinforcement of continuous beams, made of basalt plastic reinforcement and mild steel. The substantiation of the feasibility of its use as a result of technical and economic comparison with the corresponding conventional monolithic reinforced continuous beams.

Keywords: a composite reinforcement, feasibility study, a combined reinforcement, continuous beams monolithic frames.

Bibliographic list

1. Market research of composite (fiberglass and basalt) reinforcements. [electronic resource] URL: <http://research-techart.ru/report/composite-reinforcements.htm>
2. Klimov Y. A., Soldatchenko A. D., Oreshkin O. S. Experimental study of coupling composite reinforcement with concrete // Town and Territorial Planning / Scientific - Technical Collection edition number 42, Kiev.: - 2011 P.168-175.
3. Volchok D. What is a composite reinforcement? // "Brick" magazine for builders by calling number 5, St. Petersburg.: 2012 P. 6-11.
4. Pat. 124278 Russian Federation, the IPC V048 1/38 U1. Node pair of monolithic reinforced concrete columns and waling [Text] / Soloviev N.P, Rakhmonov A.D. applicant and patentee Volga State University of Technology is. Appl. 01.08.2012, publ. 20.01.2013, Bull. Number 2 - 3с.
5. Tikhonov, I. N. Reinforcement elements of monolithic reinforced concrete buildings // Allowance for designing M: 2008 P. 64-66.
6. Rakhmonov A. D, Soloviev N. P. The strength of flexural members with a combined reinforcement on the basis of non-linear deformation model // Materials of the I International (VII All-Russian) Conference. New in the architecture, design of building structures and reconstruction. - Cheboksary: ChGU, 2012 - P. 101-106.
7. Recommendations for determining the estimated cost and complexity of manufacturing precast concrete structures at the design stage / Construction Economy Research Institute of the USSR State Committee for Construction, research of concrete and reinforced concrete USSR State, TsNIIPromzdany USSR State. M. Stroizdat 1987 P. 40-42, 55-57, 70-71.
8. The information-analytical bulletin on pricing in the construction of the Republic of Mari El, Yoshkar-Ola: Pricing Center, 2013. - № 1.

Рахмонов Ахмаджон Джамолиддинович – аспирант кафедры «Строительные конструкции и основания» Поволжского государственного технологического университета. Основные направления научной деятельности: Исследование железобетонных конструкций с комбинированным армированием стальной и композитной арматурой. Общее количество опубликованных работ: 13. e-mail: ahmadjon2903@mail.ru

Соловьев Николай Павлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции и основания» Поволжского государственного технологического университета. Основное направления научных исследований: Оценка надежности и долговечности железобетонных конструкций, оптимизация железобетонных конструкций. Автор более 54 научных и методических работ. e-mail: SolovevN.P.@volgatech.net

РАЗДЕЛ III

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 621.333:621.314.26:621.313.33:621.317

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДА ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ИСПЫТАНИИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В. Д. Авилов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов

Аннотация. В статье приводятся сведения о схемах испытаний асинхронных двигателей, обеспечивающих возврат электрической энергии. Разработана математическая модель схемы испытаний асинхронных двигателей методом их взаимной нагрузки.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, преобразователь частоты, испытания, метод взаимной нагрузки, математическая модель.

Введение

Асинхронные двигатели изготавливают на широкий диапазон мощностей: от нескольких десятков Ватт до нескольких тысяч кВт. Их применение охватывает широкий круг областей: от привода бытовой техники и оборудования промышленных предприятий до мощных тяговых двигателей современных электропоездов, тепловозов, электровозов. Такое распространение асинхронных двигателей обусловлено простотой их конструкции и обслуживания, возможностью работы от сети переменного тока, обеспечением широких возможностей регулирования, что связано с развитием полупроводниковой техники и выполняемых на ее основе преобразователей частоты.

Асинхронный двигатель требует проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту, как в процессе эксплуатации, так и по завершении срока его полезного использования. Обеспечение качественного ремонта и проведение послеремонтных испытаний требует наличия необходимой оснастки, автоматизированных и механизированных ремонтных комплексов, испытательных станций и лабораторий. Выполнение послеремонтных испытаний, направленных на получение данных, по которым можно судить о соответствии электрической машины стандартам и техническим условиям, является заключительным этапом перед выпуском асинхронных двигателей в эксплуатацию.

Перечень и порядок проведения испытаний регламентируются

государственными стандартами и техническими условиями на конкретные типы электрических машин. Испытания возможно проводить с применением различных схем нагружения испытуемой электрической машины. Наибольший интерес представляют схемы и методы, обеспечивающие снижение потерь при испытаниях. Такие схемы известны достаточно давно [1], однако они предполагают усложнение испытательной станции за счет использования дополнительных электрических машин. Таких как, например, машины постоянного тока, играющие роль промежуточного (регулируемого звена). Однако наличие дополнительных электрических машин увеличивает общие потери мощности, к тому же значительно увеличивается стоимость данной установки и затраты на ее обслуживание.

Сравнительный анализ существующих схем испытаний асинхронных двигателей

Появление преобразователей частоты, развитие их элементной и функциональной базы способствовало появлению новых схем испытаний. Так в [2] предлагается схема, в которой изменение режима испытаний реализуется с помощью преобразователей частоты. В такой схеме при испытаниях обеспечивается возврат электрической энергии в сеть (рис.1, а).

Сотрудниками ОмГУПС предложен способ взаимной нагрузки при испытании асинхронных двигателей, который, так же как и в [2], предполагает использование преобразователей частоты (рис.1, б) [3].

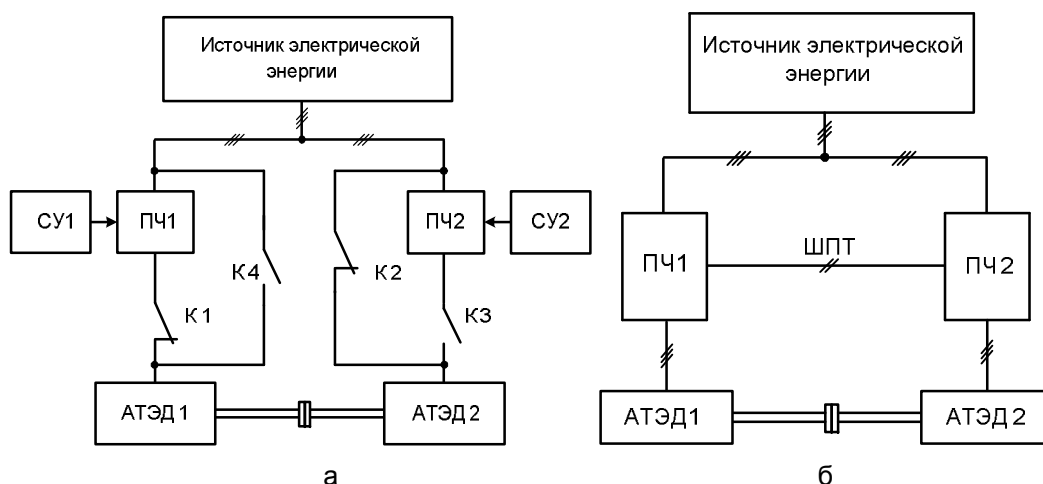


Рис. 1. Схема взаимной нагрузки асинхронных двигателей с возвратом энергии: а – в сеть; б – второй электрической машине. СУ1, СУ2 – системы управления первым и вторым частотными преобразователями; ПЧ1, ПЧ2 – первый и второй частотные преобразователи; АТЭД1, АТЭД2 – первый и второй асинхронные тяговые двигатели; К1, К2, К3, К4 – контакторы; ШПТ – общая шина постоянного тока

В разработанной методике испытаний применяются два преобразователя частоты, которые осуществляют двойное преобразование энергии. Сначала, подведенное из сети напряжение выпрямляется, сглаживается, а затем инвертируется для питания двигателей. Выпрямители выполнены неуправляемыми (диодный мост), а инверторы – управляемыми (IGBT транзисторы). Между выпрямителями и инверторами находятся звенья постоянного тока, которые объединены в одну систему. Реализация режима взаимной нагрузки осуществляется за счет установки разных частот питающего напряжения на испытуемых электрических машинах. При этом одна из электрических машин работает в двигательном режиме, а другая – в генераторном. Вырабатываемая электрическая энергия генератором передается по звену постоянного тока двигателю. При этом энергия, необходимая для компенсации потерь в обеих машинах, потребляется из сети.

Разработанная схема испытаний асинхронных двигателей имеет следующие преимущества по сравнению со схемами, приведенными в [1] и [2]:

- при испытании используются лишь два однотипных двигателя;
- в качестве регулировочного звена, вместо дополнительных электрических машин, используют преобразователи частоты;
- передача электрической энергии непосредственно испытуемому

электродвигателю, по сравнению со схемами, обеспечивающими передачу электрической энергии в сеть, что снижает влияние высших гармоник токов и напряжений на сеть;

- возможность реализации взаимной нагрузки при любой разности частот питающего напряжения, устанавливаемых на преобразователях частоты, в отличие от [3], обеспечивающей передачу электрической энергии лишь при увеличении частоты вращения выше синхронной при промышленной частоте напряжения;

- отсутствие дополнительных коммутационных аппаратов;

- использование более простых, надежных и дешевых преобразователей частоты, по сравнению с [2]: не требуется наличие на входе преобразователя управляемых полупроводниковых элементов.

В настоящее время в ОмГУПС совместными усилиями кафедр «Локомотивы» и «Электрические машины и общая электротехника» создана физическая модель испытательной станции асинхронных тяговых двигателей с использованием метода взаимной нагрузки [4].

Разработка математической модели

В качестве математической модели асинхронного двигателя принята система дифференциальных уравнений (1), приведенная в [5]. Моделирование метода взаимной нагрузки было реализовано для двигателей АДМ71В4У2, которые использованы в разработанной физической модели испытательной станции. Двигатели имеют следующие характеристики (при

частоте 50 Гц): $R_1 = 14,5 \text{ Ом}$; $R_2 = 13,8 \text{ Ом}$; $p = 2$; $I_{\mu} = 1,75 \text{ А}$; $J = 2 \cdot 0,00143 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $I_{1\sigma} = 0,04 \text{ Гн}$; $I_{2\sigma} = 0,036 \text{ Гн}$; $P_H = 750 \text{ Вт}$; $n_H = 1500 \text{ об/мин}$; $M_H = 5,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $U_{\phi} = 220 \text{ В}$. Закон управления частотными преобразователями – скалярный (закон Костенко – Пиотровского). Решение системы дифференциальных уравнений выполнено при помощи программного продукта MathCAD 14.0.

В математической модели приняты следующие допущения:

- не учитывается влияние высших гармоник напряжения, возникающих в результате ШИМ модуляции – сигналы напряжений приняты идеальными синусоидами;

- не учитывается частота коммутации транзисторов и потери в частотных преобразователях;

- не учитывается насыщение магнитной системы двигателей;

- не учитывается эффект вытеснения тока;

- не учитывается изменение активных сопротивлений с изменением температуры нагрева обмоток машин;

- двигатель работает в диапазоне от холостого хода до номинального режима.

Установив в математической модели различные сочетания частот питающего напряжения на испытуемых электрических машинах, проведено моделирование метода их взаимной нагрузки и оценено соотношение потребляемой и генерируемой мощности.

$$\begin{aligned}
 \frac{di_{1a}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{11}} \cdot \left[u_{1a}(t) - i_{1a} \cdot R_1 + k_{1r} \cdot \left[i'_{2a} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{12} \cdot (i'_{1b} - i'_{1c}) + L_{12} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right]; \\
 \frac{di_{1b}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{11}} \cdot \left[u_{1b}(t) - i_{1b} \cdot R_1 + k_{1r} \cdot \left[i'_{2b} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{12} \cdot (i'_{1c} - i'_{1a}) + L_{12} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right]; \\
 \frac{di_{1c}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{11}} \cdot \left[u_{1c}(t) - i_{1c} \cdot R_1 + k_{1r} \cdot \left[i'_{2c} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{12} \cdot (i'_{1a} - i'_{1b}) + L_{12} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right]; \\
 \frac{di'_{2a}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{12}} \cdot \left[k_{1s} \cdot (u_{1a}(t) - i_{1a} \cdot R_1) + \left[i'_{2a} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{12} \cdot (i'_{1b} - i'_{1c}) + L_{12} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right]; \\
 \frac{di'_{2b}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{12}} \cdot \left[k_{1s} \cdot (u_{1b}(t) - i_{1b} \cdot R_1) + \left[i'_{2b} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{12} \cdot (i'_{1c} - i'_{1a}) + L_{12} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right]; \\
 \frac{di'_{2c}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{12}} \cdot \left[k_{1s} \cdot (u_{1c}(t) - i_{1c} \cdot R_1) + \left[i'_{2c} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{12} \cdot (i'_{1a} - i'_{1b}) + L_{12} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right]; \\
 \frac{d\omega}{dt} &= \frac{-p}{J \cdot \sqrt{3}} \cdot \left[[i_{1a} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c}) + i_{1b} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a}) + i_{1c} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})] \cdot L_{12} + [i_{2a} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c}) + i_{2b} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a}) + i_{2c} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})] \cdot L_{12} \right] - \\
 & - \frac{M_{\text{нот}}}{J} \cdot \text{sign}(\omega); \\
 \frac{di_{2a}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{21}} \cdot \left[u_{2a}(t) - i_{2a} \cdot R_1 + k_{2r} \cdot \left[i'_{2a} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{22} \cdot (i_{2b} - i_{2c}) + L_{22} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right]; \\
 \frac{di_{2b}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{21}} \cdot \left[u_{2b}(t) - i_{2b} \cdot R_1 + k_{2r} \cdot \left[i'_{2b} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{22} \cdot (i_{2c} - i_{2a}) + L_{22} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right]; \\
 \frac{di_{2c}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{21}} \cdot \left[u_{2c}(t) - i_{2c} \cdot R_1 + k_{2r} \cdot \left[i'_{2c} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{22} \cdot (i_{2a} - i_{2b}) + L_{22} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right]; \\
 \frac{di'_{2a}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{22}} \cdot \left[k_{2s} \cdot (u_{2a}(t) - i_{2a} \cdot R_1) + \left[i'_{2a} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{22} \cdot (i_{2b} - i_{2c}) + L_{22} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right]; \\
 \frac{di'_{2b}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{22}} \cdot \left[k_{2s} \cdot (u_{2b}(t) - i_{2b} \cdot R_1) + \left[i'_{2b} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{22} \cdot (i_{2c} - i_{2a}) + L_{22} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right]; \\
 \frac{di'_{2c}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{22}} \cdot \left[k_{2s} \cdot (u_{2c}(t) - i_{2c} \cdot R_1) + \left[i'_{2c} \cdot R_2 + \frac{p}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{22} \cdot (i_{2a} - i_{2b}) + L_{22} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right].
 \end{aligned} \tag{1}$$

Исходными данными математической модели являются следующие параметры (цифры 1 и 2 при символьных обозначениях

электромагнитных параметров машин обозначают их принадлежность к первой и второй машине соответственно):

- полная индуктивность фазы статора:

$$L_1 = L_{12} + l_{1\sigma}, \quad (2)$$

где L_{12} – взаимная индуктивность обмоток фаз статора и ротора;

$l_{1\sigma}$ – индуктивность рассеяния фазы статора;

- полная индуктивность фазы ротора:

$$L_2 = L_{12} + l_{2\sigma}, \quad (3)$$

где L_{12} – взаимная индуктивность обмоток фаз статора и ротора;

$l_{2\sigma}$ – индуктивность рассеяния фазы ротора;

- коэффициент рассеяния:

$$\sigma = 1 - \frac{L_{12}^2}{L_1 \cdot L_2}; \quad (4)$$

- коэффициенты магнитной связи ротора и статора трехфазной обмотки:

$$k_s = \frac{L_{12}}{L_1}; \quad (5)$$

$$k_r = \frac{L_{12}}{L_2}. \quad (6)$$

Результаты эксперимента и математического моделирования приведены в таблице 1. Измерения проведены с помощью анализатора количества и качества электрической энергии АР-5, который входит в Государственный реестр средств измерений.

Сопоставление результатов моделирования и эксперимента по такому параметру как мощность трехфазной сети $P_{\text{сумм}}$ показывает, что максимальное расхождение результатов моделирования и эксперимента по полученным мощностям не превышает 5 %.

Для большей наглядности представим структурную схему взаимной нагрузки и покажем распределение мощности между ее основными элементами:

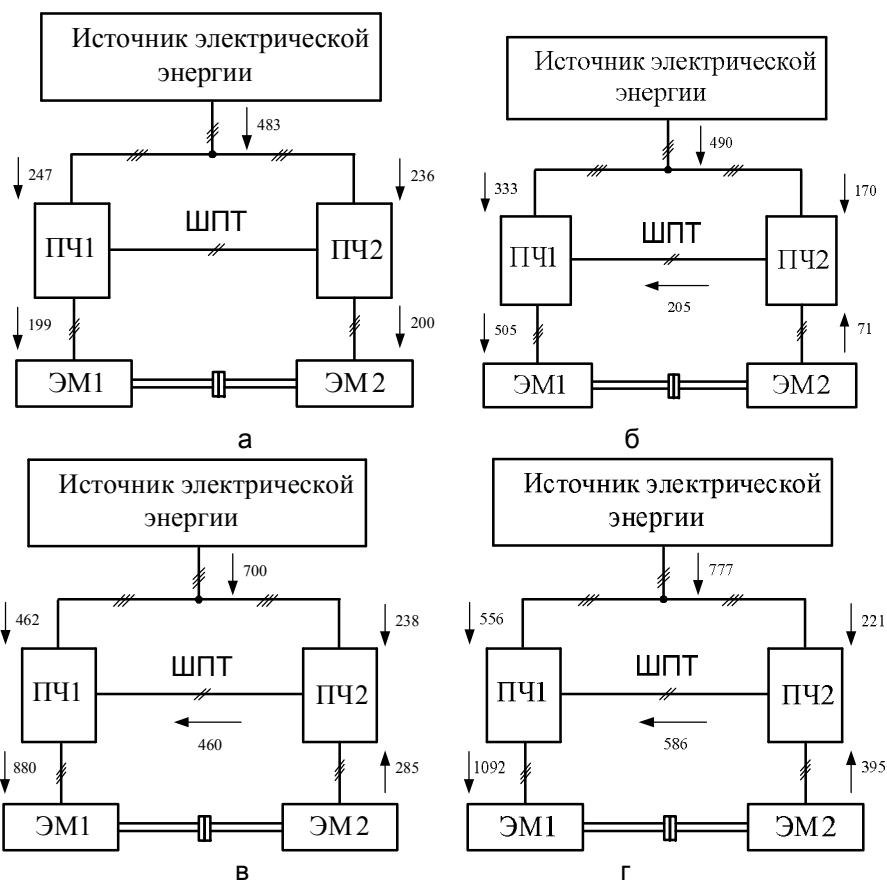


Рис. 2. Распределение мощности между основными элементами схемы: а – холостой ход 50 Гц – 50 Гц; б – 50 Гц и 47 Гц; в – 50 Гц и 44 Гц; г – 50 Гц и 42 Гц (номинальный режим нагрузки)

Таблица 1 – Результаты эксперимента и математического моделирования

Место измерения	Частота		АР-5 ¹	Мод. ²	$\delta P, \%$	АР-5	Мод.	$\delta S, \%$	Тахометр ³	Мод.	$\delta n, \%$
	f, Гц		$P_{сум}$	$P_{сум}$		S, кВА	S, кВА		n, об/мин	n, об/мин	
	1	2									
асинхронная машина №1	50	50	199	209	5	1253	1220	2,63	1497	1488	0,6
асинхронная машина №2			200	209	4,5	1286	1220	5,13			
асинхронная машина №1	50	47	505	504	0,2	1197	1268	-5,9	1449	1440	0,6
асинхронная машина №2			-71	-69	2,82	1445	1425	1,38			
асинхронная машина №1	50	44	880	845	3,98	1388	1417	-2,1	1393	1386	0,5
асинхронная машина №2			-285	-293	2,8	1519	1453	4,34			
асинхронная машина №1	50	42	1092	1040	4,76	1625	1565	3,69	1328	1346	1,36
асинхронная машина №2			-395	-411	4,1	1862	1782	4,3			

Примечание к таблице:

АР-5¹ – измерения проведены анализатором качества и количества электрической энергии;

Мод.² – результаты математического моделирования;

Тахометр³ – измерения частоты вращения проведены тахометром.

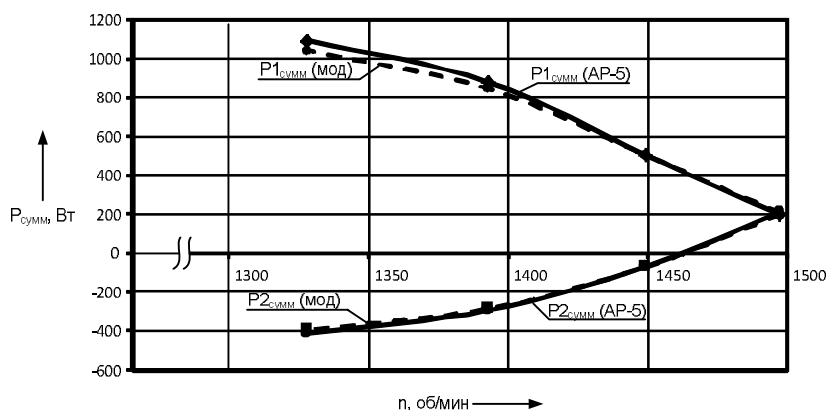


Рис. 3. Сравнение результатов моделирования и эксперимента по суммарной мощности потребляемой и вырабатываемой первой и второй испытываемыми машинами

По рисунку 2 видно, что результаты эксперимента корректны. Расхождение результатов эксперимента и математического моделирования не более 5 % (см. таблицу, рисунок 3), что позволяет нам судить об адекватности математической модели, которая может быть использована для оценки работы схемы испытательной станции асинхронных двигателей больших мощностей.

Основные результаты

1 Проведен анализ схем испытаний асинхронных двигателей. Выявлены преимущества схемы, предлагаемой сотрудниками ОмГУПС, над существующими схемами испытаний.

2 Разработана математическая модель схемы испытаний асинхронных двигателей методом их взаимной нагрузки. Показана адекватность математической модели результатам эксперимента, расхождение – не более 5 %.

Библиографический список

1 Актуальные направления исследований метода взаимной нагрузки при испытаниях асинхронных тяговых электродвигателей / В. Д. Авиллов, В. Т. Данковцев, Д. И. Попов, А. В. Литвинов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (10, 11 ноября 2011 г.) / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2011. с. 199-203.

2 Пат. На ПМ 80018 Российская Федерация, МПК G01R 31/04. Устройство для испытания тяговых электродвигателей / Бейерлейн Е.В.; Рапопорт О.Л.; Цукублин А.Б. Заявлено 21.04.2008; Оpubл. 20.01.2009, Бюл. №2. – 6 с.: ил.

3 Пат. 2433419 Российская Федерация, МПК G01R 31/34. Способ испытаний асинхронных электродвигателей методом их взаимной нагрузки

[Текст] / Авиллов В. Д., Володин А. И., Данковцев В. Т., Лукьянченко В. В., Панькин Е. В.; заявитель и патентообладатель Омск, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Омский государственный университет путей сообщения. - № 2010124307/28;; заявл. 15.06.10; опубл. 10.11.11, Бюл. № 31 (И ч.). - 5 с.: ил.

4 Физическая модель испытательной станции асинхронных тяговых двигателей с использованием метода взаимной нагрузки / В. Д. Авиллов, В. Т. Данковцев, Д. И. Попов, А. В. Литвинов // Инновационные проекты и новые технологии для транспортного комплекса. Четвертая научно-практическая конференция, посвященная Дню российской науки и 110-летию ОмГУПСа (8 февраля 2012 г.) / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2012. С. 69-73.

5 Фираго Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик. – Мн.: Технопроспектива, 2006. – 363 с.

MATHEMATICAL MODELING OF BACK-TO-BACK METHOD IN TESTING INDUCTION MOTOR

V. D. Avilov, D. I. Popov, A. V. Litvinov

The article contains information about circuits for induction motor's testing, which secure returning of electrical energy. Mathematical model of back-to-back method in testing induction motor has been developed.

Keywords: Induction motor, frequency converter, testing, back-to-back method, mathematical model.

Bibliographic list

1. Actual direction courses research of back-to-back method in testing induction tractive motors / V. D. Avilov, V. T. Dankovcev, D. I. Popov, A. V. Litvinov // Technological supplying of repair and increasing dynamic properties of railway vehicles. Data of All-Russian scientific and technical conference with multinational participation (10, 11 november 2011 year) / Omsk State Transport University. Omsk, 2011. Page 199 – 203.

2. Useful model patent 80018 Russian Federation, MPK G01R 31/04. Test rig for induction tractive motors / Beierlein E. V., Rapoport O. L., Culublin A. B. Stated 21.04.2008; Released. 20.01.2009, Bul. №2. – 6 p.; im.

3. Patent 2433419 Russian Federation, MPK G01R 31/34. Test technique of induction motors in back-to-back method / Avilov V. D., Volodin A. I., Dankovcev V. T., Lukianchenko V. V., Pankin E. V.; applicant for a patent and patent holder is State educational institution of higher professional education. Omsk State Transport University. - № 2010124307/28, Stated. 15.06.10; Released 10.11.11. Bul. №31. – 5 p.; im.

4. Physical model of tractive induction motors station with using back-to-back method / V. D. Avilov, V. T. Dankovcev, D. I. Popov, A. V. Litvinov // Innovative projects and production for transport complex. The fourth scientific practical conference, devoted to the Day of Russian science and 110-year OmSTU (8 feb. 2012 year) / Omsk State Transport University. Omsk, 2012. Page 69 – 73.

5. Firago B. I. Controlled electric altering current drives / B. I. Firago, L. B. Pavlianchik. – Mn.: Technoperspectiva, 2006. – 363 p.

Авилов Валерий Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрические машины и общая электротехника» Омского государственного университета путей сообщения. Основные направления научных исследований –

«Электрические машины и общая электротехника», «Подвижной состав железных дорог», «Энергосбережение и энергоэффективность». Имеет 285 публикаций. Адрес электронной почты: etoe@omgups.ru.

Попов Денис Игоревич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника» Омского государственного университета путей сообщения. Основное направление научных исследований – «Электрические машины и общая электротехника», «Подвижной состав железных дорог», «Энергосбережение и энергоэффективность». Имеет 13 публикаций. Адрес электронной почты: Popovomsk@yandex.ru.

Литвинов Артём Валерьевич – аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника» Омского государственного университета путей сообщения. Основное направление научных исследований – «Электрические машины и общая электротехника», «Подвижной состав железных дорог», «Энергосбережение и энергоэффективность». Имеет 6 публикаций. Адрес электронной почты: artuot_hawk@mail.ru; LitvinovAV@omgups.ru.

УДК 629.423.1: 519.234

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО БЕЛОВО

Ю. М. Бугай, О. В. Гателюк

Аннотация. На основании анализа статистических материалов об энергопотреблении электровозов локомотивного эксплуатационного депо Белово с использованием непараметрических методов математической статистики показано, что отсутствует статистически значимая связь между количеством браков и отказов локомотивов на линии и удельным потреблением электрической энергии. В статье также показано, что после ремонта в процессе эксплуатации локомотива увеличивается его энергоэффективность.

Ключевые слова: Грузовой электровоз. Энергоэффективность. Непараметрические методы математической статистики.

Введение

Рост мировых цен на энергоносители требует пристального внимания к проблеме их эффективного использования. Эта проблема остро стоит перед энергоёмкими компаниями, к которым относится ОАО РЖД, и имеет комплексный характер. С течением времени происходят отклонения в

характеристиках основных узлов отдельных электровозов от паспортных данных. Анализ этих отклонений позволяет выявить те факторы, которые приводят к увеличению удельного расхода электроэнергии. Естественно, возникает вопрос о взаимодействии этих факторов между собой, об их зависимости от времени эксплуатации

локомотива, от пробега, тонно - километровой работы и т.д. Однако, выявить эти факторы и зависимости их между собой и доказать значимость этих зависимостей можно лишь статистическими методами.

Выявление закономерности на основании статистических данных невозможно без оценки их достоверности, правомочности применения тех или иных статистических методов. Однако многие классические методы математической статистики (Т-критерий Стьюдента, F- критерий Фишера, нахождение доверительных интервалов) основаны на предположении о нормальном распределении той или иной генеральной совокупности. Как отмечено в [1], в большинстве случаев выборки реальных данных это предположение не выполняется. Проверка же нормальности является достаточно трудоемкой процедурой, требующей большого количества наблюдений. При изучении энергоэффективности электровозов конкретного депо объем выборки ограничен, а потому проверить предположение о нормальном распределении той или иной генеральной совокупности не представляется возможным. Это означает, что большинство применений статистических методов, основанных на использовании нормального закона, строго говоря, не является обоснованным. Выходом из положения

является использование методов ранговой корреляции (по Спирмену или Кендаллу) и непараметрических методов математической статистики (критерии Манна – Уитни, Вилкоксона, Крамера – Уэлча, Сижела – Тьюки и др.). К сожалению, при обработке реальных данных в задачах железнодорожного транспорта данные методы используются редко, несмотря на их универсальность. В данной статье на основании обработки статистических данных об энергопотреблении в локомотивном депо Белово показывается обоснованность тех или иных статистических выводов, касающихся энергоэффективности грузовых электровозов.

Основная часть

Рассмотрим влияние количества браков и отказов на энергоэффективность электровозов. Оценку произведем на основании данных, полученных от эксплуатируемого парка электровозов локомотивного эксплуатационного депо Белово за период с 1 сентября 2009 г. по 30 ноября 2010 г. Количество браков и отказов, а также показатели работы (пробеги электровозов, тонно- километровая работа, расход электроэнергии) электровозов в рассматриваемый период, а также результаты выполненных расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические величины для данных зависимости удельного расхода электроэнергии от линейного пробега и тонно – километровой работы локомотивов до и после ремонта

Статистическая величина	Зависимость удельного расхода электроэнергии от линейного пробега		Зависимость удельного расхода электроэнергии от тонно-километровой работы	
	после ремонта	до ремонта	после ремонта	до ремонта
1	2	3	4	5
Математическое ожидание	125,9	115,0	114,9	108,8
Среднее квадратическое отклонение	13,2	10,9	13,5	6,7
Модуль наблюдаемого значения критерия Крамера-Уэлча $ T_{набл}^* $,	3,72		2,38	
Критическое значение критерия Крамера-Уэлча уровень значимости $\alpha=0,05$	1,96		1,96	
Критическое значение критерия Крамера-Уэлча уровень значимости $\alpha=0,01$	2,58		2,58	

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Продолжение Таблицы 1– Статистические величины для данных зависимости удельного расхода электроэнергии от линейного пробега и тонно – километровой работы локомотивов до и после ремонта

Модуль наблюдаемого значения критерия Манна-Уитни $ Z_{набл} $	3,38		1,69	
Критическое значение критерия Манна-Уитни уровень значимости $\alpha=0,05$	1,96		1,96	
Критическое значение критерия Манна-Уитни уровень значимости $\alpha=0,01$	2,58		2,58	
Модуль наблюдаемого значения критерия Сижела-Тьюки $ W_{набл} $	0,40		1,94	
Критическое значение критерия Сижела-Тьюки уровень значимости $\alpha=0,05$	1,96		1,96	
Выборочный коэффициент ранговой корреляции по Спирмену ρ_n	-0,56	-0,33	-0,81	-0,68
Наблюдаемое значение критерия Стьюдента $T_{набл}$	3,76	1,96	7,69	5,1
Критическое значение критерия Стьюдента уровень значимости $\alpha=0,05$	2,04	2,03	2,04	2,04
Критическое значение критерия Стьюдента уровень значимости $\alpha=0,01$	2,74	2,74	2,74	2,74
Выборочный коэффициент конкордации по Кендаллу τ_n	-0,38	-0,25	-0,66	-0,52
Коэффициент $K_{набл}$ для коэффициента конкордации по Кендаллу	3,16	2,09	5,53	4,21
Критическое значение $K_{крит}$ уровень значимости $\alpha=0,05$	1,96	1,96	1,96	1,96
Критическое значение $K_{крит}$ уровень значимости $\alpha=0,01$	2,58	2,58	2,58	2,58

Количество отказов ω на 1 млн. км определяются по формуле:

$$\omega = \frac{N}{L}, \quad (1)$$

где N - общее количество браков и отказов в месяц, ед.; L - суммарный пробег эксплуатируемого парка электровозов в месяц, млн.км.

Удельный расход электроэнергии a определяется по формуле:

$$a = \frac{A}{T_k}, \quad (2)$$

где A - суммарный расход электроэнергии эксплуатируемым парком электровозов. в месяц, кВтч; T_k - суммарная тонно-километровая работа в месяц, ткм·10⁴.

Для изучения вопроса о влиянии количества браков и отказов на энергоэффективность электровозов вычислим коэффициент ранговой корреляции Спирмена, а также коэффициент конкордации Кендалла и сравним полученные результаты.

Для каждого значения переменных a_i и ω_i рассчитаем их ранги в соответствующих вариационных рядах: r_i и q_i . Вычисление выборочного коэффициента ранговой корреляции Спирмена ρ_n и выборочного коэффициента конкордации Кендалла τ_n изложено в [2]

Произведя требуемые вычисления, получим: $\rho_n = 0,3$, $\tau_n = 0,2$. Полученные значения показывают, что связь между переменными практически отсутствует.

Чтобы подтвердить полученный вывод, проверим гипотезы о значимости выборочных коэффициентов ранговой корреляции Спирмена и конкордации Кендалла. Выдвинем статистическую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента ранговой корреляции ρ_T Спирмена при альтернативной гипотезе $\rho_T \neq 0$. Аналогичную гипотезу выдвинем и для генерального коэффициента конкордации Кендалла: $\tau_T = 0$ при альтернативной гипотезе $\tau_T \neq 0$. Алгоритм проверки данных статистических гипотез приведен в [2].

Вычисления проведем при уровне значимости критериев $\alpha = 0,05$. Для коэффициента ранговой корреляции Спирмена $T_{набл} = 1,12$, а $T_{крит} = 2,16$. Для коэффициента конкордации Кендалла $K_{набл} = 1,04$, $K_{крит} = 1,96$.

В обоих случаях $T_{набл} < T_{крит}$ и $K_{набл} < K_{крит}$, поэтому нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу, а вывод о существовании корреляционной связи между переменными следует отвергнуть.

Проведем теперь исследование влияния времени эксплуатации локомотива на удельный расход электроэнергии. Для этого обрабатывались данные за года по электровозам серии ВЛ-10У, работающим только в грузовом движении. За этот период только отдельные электровозы прошли полный межремонтный цикл. Поэтому по указанным локомотивам отдельно обрабатывались данные после ремонта и до ремонта. В качестве минимального временного интервала будем рассматривать один месяц.

Среднемесячное значение удельного расхода электроэнергии эксплуатируемым парком электровозов определяем по формуле:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}, \quad (3)$$

где a_i - среднемесячный удельный расход электроэнергии одним электровозом, кВтч/10⁴ ткм;
 n - количество электровозов, по которым определялся удельный расход электроэнергии.

Найдем средние значения и дисперсии данных выборок. Тогда среднее значение удельного расхода электроэнергии до ремонта равно 108,4 кВтч/10⁴ ткм, а после ремонта – 111,5 кВтч/10⁴ ткм, Вычисления показывают, что средние значения выборок различаются незначительно. Средние квадратические отклонения (ско) же различаются больше. Для выборки до ремонта ско равен 6,89 кВтч/10⁴ ткм, а после ремонта – 11,0 кВтч/10⁴ ткм.

Чтобы выяснить, как влияет проведение ремонта электровоза на его удельное энергопотребление, необходимо найти и статистически обосновать различие между двумя этими выборками, для чего

последовательно применим три различных непараметрических критерия.

Для проверки равенства математических ожиданий предлагается использовать критерий Крамера - Уэлча [4]. Пусть X и Y – две случайные величины. Проверим статистическую гипотезу H_0 о равенстве математических ожиданий 'этих двух случайных величин: $M(X) = M(Y)$ при альтернативной гипотезе $M(X) \neq M(Y)$. Данный критерий основан на статистике

$$T_{набл}^* = \frac{\sqrt{mn}(\bar{x} - \bar{y})}{\sqrt{ns_x^2 + ms_y^2}}, \quad (4)$$

где \bar{x} и \bar{y} - соответствующие выборочные средние, s_x и s_y - соответствующие выборочные средние квадратические отклонения, а m и n - объемы соответствующих выборок. Задав уровень значимости α , сравниваем модуль найденного значения статистики $|T_{набл}^*|$, с критической точкой $T_{кр}^*$, которую находим из

соотношения $\Phi(T_{кр}^*) = \frac{1-\alpha}{2}$ где

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt - \text{функция Лапласа.}$$

Если $|T_{набл}^*| < T_{кр}^*$, то нет оснований отвергнуть гипотезу о равенстве математических ожиданий, в противном случае $|T_{набл}^*| > T_{кр}^*$, нулевая гипотеза отвергается. В нашем случае $T_{набл}^* = 1,39$, а при уровне значимости $\alpha = 0,05$

$T_{кр}^* = 1,96$, т.е. $|T_{набл}^*| < T_{кр}^*$, поэтому делаем вывод о том, что средние значения удельного расхода электроэнергии изменяются незначительно, а их различие не является статистически значимым.

Проверим теперь статистическую гипотезу $H_0: P(X < Y) = 1/2$, т.е. элементы второй выборки не сдвинуты относительно элементов первой выборки. Эту проверку осуществляет ранговый критерий Манна - Уитни [5]. Наблюдаемое значение статистики U критерия Манна - Уитни обозначим $Z_{набл}$, а критическое - $Z_{крит}$.

Для данных об удельном расходе электроэнергии $U_{набл} = 482$, $Z_{набл} = -0,60$, что на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и $Z_{крит} = 1,96$ показывает, что $|Z_{набл}| < Z_{крит}$, что не дает возможность отвергнуть гипотезу сдвига, что показывает, что выборки не смещены относительно друг друга.

Заметим, что выборочные средние квадратические отклонения выборок отличаются друг от друга, т.е. среднемесячное потребление электроэнергии электровозами в выборке после ремонта имеет больший разброс (больший параметр масштаба), чем до ремонта. Докажем это утверждение статистически на основании непараметрического критерия масштаба Сижела – Тьюки [6].

Наблюдаемое значение критерия масштаба Сижела – Тьюки обозначим через $W_{набл}$ а критическое - $W_{крит}$.

В случае исследуемых выборок $U_{набл}^* = 1169,5$, $S_{набл} = 608,5$, а $|W_{набл}| = 5,87$, что на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и $W_{крит} = 1,96$ показывает, что $|W_{набл}| > W_{крит}$. Гипотеза о равенстве параметров масштаба отвергается.

Статистическое исследование выборки с помощью критерия Сижела – Тьюки показывает, что после ремонта показатели удельного расхода электроэнергии отличаются меньшей стабильностью, чем до ремонта, что объясняется «прирабатываемостью» электровозов после ремонта.

Проверим теперь наличие связи между количеством месяцев эксплуатации локомотива и удельным расходом электроэнергии до и после ремонта. Чтобы сделать обоснованный вывод, вычислим коэффициент ранговой корреляции Спирмена, а также коэффициент конкордации Кендалла, проверим гипотезы о значимости выборочных коэффициентов ранговой корреляции Спирмена и конкордации Кендалла и сравним полученные результаты.

Для электровозов до ремонта указанные значения равны: $\rho_n = -0,13$, $\tau_n = -0,11$, $T_{набл} = 0,73$, $T_{крит} = 2,04$, $K_{набл} = 0,88$, $K_{крит} = 1,96$.

Поскольку $T_{набл} < T_{крит}$ и $K_{набл} < K_{крит}$, поэтому нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу, а вывод о существовании корреляционной связи между переменными следует отвергнуть.

Проведенные вычисления показывают, что до ремонта удельный расход электроэнергии слабо зависит от времени эксплуатации локомотива.

Для электровозов после ремонта вычисленные значения упомянутых выше статистических величин равны: $\rho_n = -0,84$,

$$\tau_n = -0,65, T_{набл} = 8,78, T_{крит} = 2,04,$$

$$K_{набл} = 5,33, K_{крит} = 1,96. \text{ Поскольку}$$

$T_{набл} > T_{крит}$ и $K_{набл} > K_{крит}$, поэтому нулевая гипотеза отвергается, а вывод о существовании корреляционной связи между переменными следует принять. Итак, после ремонта среднее значение удельного расхода электроэнергии имеет тенденцию к понижению.

Изучим влияние линейного пробега и тонно - километровой работы локомотива на удельный расход электроэнергии. При построении зависимостей удельного расхода электроэнергии от количественных показателей будем изучать зависимость средневзвешенного значения удельного расхода электроэнергии не от линейного пробега или тонно - километровой работы непосредственно, а от количества линейных пробегов и тонно - километровой работ локомотива, которые определяются следующими выражениями:

Количество среднемесячных линейных пробегов:

$$N_L = \frac{L}{L_{cp}}, \quad (5)$$

где L - пробег локомотива после крупного вида ремонта, км; L_{cp} - среднемесячный пробег локомотива, км.

Количество среднемесячных тонно - километровой работ локомотива:

$$N_Q = \frac{Q_k}{Q_{kcp}}, \quad (6)$$

где Q_k - тонно - километровая работа локомотива после крупного вида ремонта, $\text{ткм} \cdot 10^4$;

Q_{kcp} - среднемесячная тонно - километровая работа локомотива, $\text{ткм} \cdot 10^4$.

Средневзвешенное значение удельного расхода электроэнергии за один среднемесячный линейный пробег определяем по формуле:

$$a_l = \frac{\sum_{i=1}^n a_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}, \quad (7)$$

где l_i - пробег i - го локомотива после крупного ремонта, км; n - количество значений удельного расхода электроэнергии электровозов с пробегом до или после крупного вида ремонта, попадающим в границы рассматриваемого интервала, ед.

Средневзвешенное значение удельного расхода электроэнергии за одну среднемесячную тонно - километровую работу электровоза определяем по формуле:

$$a_q = \frac{\sum_{i=1}^n a_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}, \quad (8)$$

где q_i - тонно - километровая работа i - го электровоза после крупного ремонта, $\text{ткм} \cdot 10^4$; n - количество значений удельного расхода электроэнергии электровозами с тонно - километровой работой до или после крупного вида ремонта, попадающим в границы рассматриваемого интервала, ед.

Поскольку переменные N_L и N_Q являются натуральными числами, поэтому статистическую обработку результатов лучше вести с помощью непараметрических методов математической статистики. Результаты вычислений сведены в таблицу 1.

Сравнение наблюдаемых и критических значений критерия Крамера - Уэлча показывает, что на уровне значимости 0,05 гипотезу о равенстве математических ожиданий следует отвергнуть для обеих выборок. Однако если уровень значимости уменьшить до 0,01, то для сравниваемых выборок зависимости удельного расхода электроэнергии от тонно - километровой работы до и после ремонта нулевая гипотеза не отвергается, т.е. математические ожидания в этих выборках различаются незначимо. Сравнение наблюдаемых и критических значений критерия Манна-Уитни

приводит к выводу, что если выборки зависимости удельного расхода электроэнергии от линейного пробега локомотива до и после ремонта различаются сдвигом (наблюдаемые значения больше критических для обеих уровней значимости). Для выборок зависимости удельного расхода электроэнергии от тонно – километровой работы до и после ремонта статистически значимых различий не наблюдается (наблюдаемые значения меньше критических для обеих уровней значимости). Сравнив наблюдаемые и критические значения критерия Сижела – Тьюки можно утверждать, что обе пары выборок не различаются по параметру масштаба.

Знаки вычисленных выборочных коэффициентов ранговой корреляции по Спирмену и конкордации по Кендаллу показывают, что во всех четырех выборках с увеличением количества среднемесячных линейных пробегов и тонно – километровых работ удельное потребление электроэнергии уменьшается. Сравнения же наблюдаемых и критических значений критерия Стьюдента, а также $K_{набл}$ и $K_{крит}$ показывают, что все эти зависимости являются статистически значимыми, кроме зависимости удельного потребления электроэнергии от среднемесячных линейных пробегов в выборке до ремонта, где значимым можно считать лишь коэффициент конкордации Кендалла и то только на уровне значимости 0,05.

Заключение

На основании приведенных данных и обработки приведенной статистической информации можно утверждать, что значимая корреляционная связь между количеством браков и отказов на 1 млн км и удельным потреблением электрической энергии отсутствует, а уравнение регрессии (3) является случайным и не отражает зависимости переменных. На основании анализа статистического материала с помощью непараметрических методов математической статистики удается обосновать следующие выводы. Сравнение выборок зависимостей удельного расхода электроэнергии от времени эксплуатации, от количества среднемесячных линейных пробегов, так и от количества тонно – километровых работ до и после ремонта показывает, что эти пары выборок различаются между собой каким-либо параметром: математическим ожиданием, параметром сдвига или параметром

масштаба. В выборках до ремонта статистически значимых зависимостей удельного расхода электроэнергии от времени эксплуатации локомотива и от количества среднемесячных линейных пробегов не обнаруживается. Однако обнаруживается статистически значимая зависимость удельного расхода электроэнергии от количества тонно – километровых работ. В выборках после ремонта все три зависимости являются статистически значимыми, а потому можно сказать, что после ремонта в процессе эксплуатации локомотива увеличивается его энергоэффективность. Выявленные закономерности позволяют использовать их в локомотивных депо для уменьшения удельного расхода электроэнергии.

Библиографический список

1. Орлов А. И. Эконометрика: Учебное пособие для вузов/ А. И. Орлов – М.: Издательство «Экзамен», 2002. – 576 с.
2. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие/ В. Е. Гмурман – М.: Высшее образование, 2008. – 404 с.
3. Минько А. А. Функции в Excel. Справочник пользователя/А. А. Минько. – М.: Эксмо, 2007. – 512 с.
4. Крамер Г. Математические методы статистики./ Г. Крамер – М.: Мир, 1975. – 648 с.
5. Орлов А. И. О проверке симметрии распределения// Теория вероятностей и ее применения. - 1972. – т. 17. - № 2. – С. 372-377.
6. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников/ А.И. Кобзарь – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
7. Сидорова Е. А. Всесторонний анализ расхода топлива и электроэнергии на тягу – основа их рационального использования// Локомотив. - 2003. - № 9. - С. 29-35.

ENERGY EFFICIENCY STATISTICAL RESEARCH OF DEPOT BELOVO DC ELECTRIC FREIGHT LOCOMOTIVE

Y. M. Bugay, O. V. Gatelyuk

It's proved the absence of a statistically significant relationship between the number of marriages and failure of locomotives in operation and the specific consumption of electric energy at the article. The proof is done by statistics data analyzing of electric locomotives energy consumption at the operating depot Belovo by using non-parametric statistical techniques. It is shown at the article that increases locomotive energy efficiency during its operation after the repair.

Keywords: Freight locomotive, Energy efficiency, Non-parametric statistical methods.

Bibliographic list

1. Orlov A. I. Econometrics: Education book for universities/ Orlov A. I. - M: Publishing house «Examination», 2002. - 576 p.
2. Gmurman V. E. Guide to solving problems in probability theory and mathematical statistics: Textbooks/ Century. E. Gmurman - M: Higher education, 2008. - 404 p.
3. Minko A. A. Functions in Excel User guide/A. A. Minko. - M: Eksmo, 2007. - 512 p.
4. Cramer, Mathematical methods of statistics / G. Kramer - M: Mir, 1975. - 648 p.
5. Orlov A. I. ON the verification of the symmetry of the distribution// probability Theory and its applications. 1972. - 17. - № 2. - p. 372-377.
6. Kobzar A. I. Applied mathematical statistics. For engineers and scientists/ A. I. Kobzar - M: FIZMATLIT, 2006. - 816 p.
7. Sidorova E. A. Comprehensive analysis of fuel consumption and electricity cravings - the basis of their rational use// locomotive. - 2003. - № 9. P. 29-35.

Бугай Юрий Михайлович - инженер по подготовке кадров ремонтного локомотивного депо Белово Западно-Сибирской дирекции по ремонту тягового подвижного состава. Основные направления научной деятельности: 05.22.07_Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. Общее количество опубликованных работ: 6. e-mail: bugayut@mail.ru

Гателюк Олег Владимирович - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика» Омского государственного университета путей сообщения. Основные направления научных исследований: 01.01.06 «Математическая логика, алгебра и теория чисел», 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация». e-mail: GatelukOV@omgups.ru

УДК 629.4.027.2

СТЕРЖНЕВОЙ КОНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ С УЧЁТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

С. А. Гельвер, А. В. Колунин, И. И. Ширлин, А. Б. Марков

Аннотация. *Рассматривается возможность использования процедуры метода конечных элементов при проектировании транспортных конструкций из физически нелинейных материалов. Реальная диаграмма деформирования аппроксимируется параболической зависимостью. Обобщаются основные соотношения теории линейного напряжённого состояния с учётом принятого закона деформирования.*

Ключевые слова: *физическая нелинейность, метод конечных элементов, нелинейный закон деформирования.*

Введение

В современном транспортном строительстве широкое применение находят новые конструкционные материалы: алюминий и его сплавы, композиционные материалы, полимеры и т.д. В работе [1] приводится обзор по применению алюминиевых сплавов в практике вагоностроения за рубежом. Для вышеупомянутых материалов даже при небольших нагрузках имеет место существенное отклонение от закона Гука (физическая нелинейность материала). Игнорирование этого явления не даёт достоверного представления о напряженно - деформированном состоянии конструкции. В

настоящей работе предлагается учитывать физическую нелинейность и разрабатывается методика оценки ее влияния на напряженно - деформированное состояние при проектировании транспортных конструкций из перспективных материалов.

Принятый нелинейный закон деформирования

При анализе НДС с учетом физической нелинейности приходится решать вопрос о выборе нелинейного закона деформирования. В работе [2] одним из вариантов принимается аппроксимация реальной диаграммы деформирования зависимостью вида:

$$\sigma = E\varepsilon - E_1\varepsilon^3, \quad (1)$$

где E – модуль Юнга.

Упругая характеристика E_1 определяется из условия, что при некоторой относительной деформации, равной предельной, касательный модуль упругости равен нулю:

$$E_1 = \frac{0,148E^3}{\sigma_T^2} \quad (2)$$

Другой вариант – аппроксимация реальной диаграммы деформирования кубической параболой. Для этой цели использовалась программа Origin. Для этого в закладке «Analysis» необходимо выбрать опцию «Non-linear Curve Fit...». В

открывшемся окошке с помощью кнопки «New» создать функцию пользователя «User-Defined» с числом параметров 2 («Number of Param.») и в поле «Definition» ввести формулу $y=P1*x-P2*x^3$.

На рисунке 1 представлены результаты работы этой программы для алюминиевого сплава АМг6. Здесь прямая линия отражает закон Гука, средняя линия отражает зависимость (3), нижняя парабола построена по формуле (1), а упругие характеристики для сплава АМг6 имеют следующие значения: $E=72$ ГПа, $E_1=2,8 \cdot 10^{15}$ Па, $P1=(75\pm 2)$ ГПа, $P2=(2,98\pm 0,38)10^{15}$ Па.

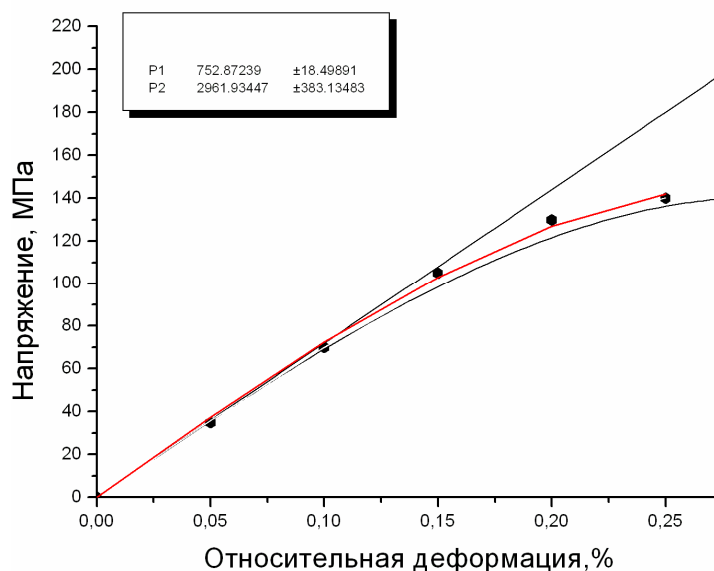


Рис. 1. Аппроксимация диаграмма деформирования сплава АМг6

Модель

С введением в практику проектирования использования вычислительной техники учёт нелинейного деформирования конструкций можно осуществить методом конечных элементов (МКЭ). Для ряда транспортных конструкций в качестве КЭ могут быть приняты стержни – одномерные КЭ с присоединением к ним части металлической обшивки, а также плоские треугольные и прямоугольные КЭ и другие простые геометрические тела. Для стержневого КЭ, как отмечается в работе [3], систему разрешающих уравнений можно получить, используя вариационный принцип Лагранжа в соответствии с процедурой метода Ритца.

С учётом принятого закона деформирования (1) потенциальная энергия U при деформации плоского изгиба

стержневого КЭ (рисунок 2) может быть представлена в виде:

$$U = \frac{EI_{2x}}{2} \int_0^1 \eta''^2 dz - \frac{E_1 I_{4x}}{4} \int_0^1 \eta''^4 dz, \quad (3)$$

где I_{2x} – момент инерции сечения, I_{4x} – момент инерции сечения высшего порядка, определяемый по формуле:

$$I_{4x} = \int_F y^4 dF. \quad (4)$$

Прогиб стержня η с учётом физической нелинейности представим с помощью функций Эрмита $\mathcal{E}_i(z)$:

$$\eta(z) = \sum_{i=1}^4 \mathcal{E}_i(z) \omega_i. \quad (5)$$



Рис. 2 . Стержневой КЭ при деформации плоского изгиба

Тогда для функционала потенциальной энергии W , представляющего собой сумму потенциальной энергии и работу A внешних сил ($W=U-A$) в соответствии с вариационным принципом Лагранжа ($dW = 0$) можно получить систему разрешающих уравнений для стержневого КЭ в следующем виде:

$$[K]\{\omega\} + \{R_p\} = \{G\}, \quad (6)$$

где $[K]$ – матрица жесткости стержневого КЭ, $\{\omega\}$ – вектор перемещений, $\{R_p\}$ – вектор узловых реакций, $\{G\}$ – вектор нелинейности. Компоненты вектора $\{G\}$ определяются из следующих соотношений:

$$G_i = E_1 I_{4x} \int_0^l \eta''^3 \mathcal{E}_i''(z) dz. \quad (7)$$

Как показано в работе [3], процедура формирования разрешающих уравнений для всей системы конечных элементов совпадает с известным алгоритмом из линейной теории МКЭ, единственное отличие состоит в присутствии в правой части системы уравнений (3) вектора $\{G\}$.

При определении напряжений представляется возможным использование двух подходов. Первый предполагает непосредственную подстановку в принятый нелинейный закон деформирования (1) с учетом соотношения $\varepsilon = \eta''(z)y$ выражения для кривизны с учетом физической нелинейности:

$$\eta''(z) = \sum_{i=1}^4 \mathcal{E}_i''(z) \omega_i. \quad (8)$$

Другой подход заключается в определении изгибающего момента в сечении:

$$M = EI_{2x} \eta'' - E_1 I_{4x} \eta''^3. \quad (9)$$

Решая уравнение (9), можно прийти к следующему соотношению:

$$\sigma = \sigma_0 \left(1 - \frac{0,148 \sigma_0^2}{[\sigma]^2} \right), \quad (10)$$

где

$$\sigma_0 = \frac{Myv_0}{EI_{2x}}, \quad (11)$$

$$v_0 = 1 + \frac{EI_{4x} M^2}{EI_{2x}^3}. \quad (12)$$

Результаты

Выбранная аналитическая зависимость напряжений от деформаций в виде кубической параболы позволила получить основные соотношения МКЭ в виде, аналогичном линейной теории. Предложенный в настоящей работе алгоритм учета физической нелинейности может быть применен на начальных этапах разработки транспортной конструкции: при проработке технического предложения (аванпроекта), а также на стадии эскизного проекта для уточнения параметров конструктивно-силовой схемы.

Библиографический список

1. Журавлева Л. В. Применение алюминиевых сплавов в грузовом вагоностроении за рубежом // Железнодорожный транспорт. Сер. Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. — 2004. — № 1-2. — С.21-36.
2. Гельвер С. А. Исследование напряженно-деформированного состояния кузова грузового полувагона из алюминиевых сплавов с учетом физической нелинейности материала // Транспорт Урала. — 2008. — № 4. — С. 20-23.
3. Гельвер С. А. Методы анализа напряженно-деформированного состояния конструкций подвижного состава при упруго-пластическом поведении материала // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса: тезисы докл. Всерос. научно-практической конф. (Самара 25-27 фев.2009 г.). — Самара, 2009. — С. 125-128.

ROD FINITE ELEMENT WITH THE PHYSICAL NONLINEARITY

S. A. Gелver, A. V. Kolunin, I. I. Shirin, A. B. Markov

The possibility of usage of the final elements method procedure in designing transport structures from physically nonlinear materials is considered the real diagram of deformation is approximated by the parabolic dependency. The principal correlations of the theory of the linear tense condition according to the accepted deformation law are summarized.

Keywords: physical nonlinearity, finite element method, nonlinear deformation law.

Bibliographic list

1. Zhuravleva L. V. Application of aluminum alloys in freight railcar abroad // Railway transport. Ser. Wagons and wagon economy. Repair of cars. — 2004. — № 1-2. — P.21-36.

2. Gelver S. A. Investigation of the stress-strain state of a truck wagon aluminum alloys with the physical nonlinearity of the material // Transport Urals. — 2008. — № 4. — P. 20-23.

3. Gelver S. A. Methods for analysis of stress-strain state of structures rolling stock with an elastic-plastic material behavior // Actual problems of the transport complex: abstracts Russian Scientific-practical conference. (Samara city, fev. 2009, 25-27). Samara, 2009. — P. 125-128.

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

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 - 15. e-mail: kolunin2003@mail.ru

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 - 19. e-mail: sij_dvs@mail.ru

Марков Александр Борисович доцент кафедры Ремонта бронетанковой и автомобильной техники Омского филиала военной академии тыла и транспорта. Основное направление научных исследований – восстановление деталей автомобилей газотермическими способами напыления. Общее количество публикаций - 9. e-mail: Abmarkov5696rambler.ru

УДК 621.777.4: 621.73.043

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИФИЦИРОВАННЫХ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ТОЧНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

А. В. Евстифеев, А. А. Александров, В. В. Евстифеев, И. И. Завьялов

Аннотация. Показана возможность использования унифицированных расчетных схем для анализа силового режима, текущего и конечного формоизменения заготовок групп комбинированных процессов объемной штамповки. Такие схемы состоят либо из типовых блоков или отдельных элементов, в которых уже заданы поля скоростей, либо из базовых и дополнительных расчетных схем простых процессов выдавливания и высадки. Это позволяет упростить составление специального программного обеспечения технологической подготовки производства.

Ключевые слова: холодная объемная штамповка, процессы комбинированного выдавливания, унифицированные расчетные схемы, алгоритм.

Введение

При определении деформирующих сил, текущего и конечного формоизменения заготовок для некоторой группы операций объемной штамповки можно, без ущерба для точности решений, использовать обобщенные (унифицированные) расчетные схемы [1].

Основная цель унификации состоит в том, чтобы свести до минимума общее количество

расчетных схем для анализа всего множества способов формообразования, используемых для изготовления изделий основных типов [2]. Единобразие схем дает возможность упростить составление специального программного обеспечения, повысить его универсальность, особенно при формировании типовых наборов операций для унифицированных технологических процессов.

Основная часть

Набор признаков, по которым проводится унификация расчетных схем, определяется на этапе выбора исходных данных для разработки математических моделей. Для процессов холодной объемной штамповки такие признаки связаны с особенностями конструкции инструмента и его взаимодействия с металлом заготовки, с характером кинематики течения металла. Причем, многие из них можно оценить при экспериментальном исследовании. Например, общая картина течения, формирования очагов пластической деформации и положение границ раздела течения хорошо выявляются по искажению координатных сеток на меридианной плоскости составных образцов или слоев многослойных заготовок, по формированию макроструктуры, по методу Муара, по распределению твердости и т. д.

Принципы унификации могут быть реализованы различными способами, в том числе формированием расчетных схем из «готовых» блоков, составленных для процессов прямого, обратного или поперечного выдавливания (и т.д.), когда верхний и нижний очаги пластической деформации разделены жесткой зоной.

Удовлетворительные результаты решений при анализе кинематических характеристик и силового режима процессов холодной объемной штамповки можно получить вариационными методами, которые связаны с построением кинематически возможных полей скоростей [3, 4]. Варьируемые параметры (размеры очагов пластической деформации, положения границ раздела течения, форма рабочих поверхностей и др.) определяются с использованием, например, энергетического принципа возможных изменений деформированного состояния; они должны принимать значения, соответствующие минимальным деформирующим силам на пуансоне в любой момент деформации.

Большинство известных расчетных схем относится к анализу процессов выдавливания изделий из «коротких» заготовок, когда очаги пластической деформации смыкаются по горизонтальным границам [4, 5, 6, 7 и др.].

Практический интерес представляют также процессы комбинированного выдавливания фасонных изделий из «высоких» (отношение высоты к диаметру больше 1,5) заготовок.

В результате опытной штамповки установлено, что в процессах комбинированного выдавливания пуансон не только внедряется в заготовку, формируя верхний очаг пластической деформации, но и перемещает ее вниз относительно неподвижных контрпуансона и матрицы. Только при таком условии может формироваться нижний очаг пластической деформации. Форма и размеры его зависят только от вида процесса и соотношения поперечных размеров матрицы и контрпуансона. Параметры верхнего очага зависят от сопротивления проталкиванию остальной части заготовки. Так, если вверху истечение металла происходит по схеме обратного выдавливания, то глубина очага уменьшается при увеличении сопротивления (рис. 1.).

Между верхним и нижним очагами деформации находится жесткая зона («пробка»), которая проталкивается через контейнер при сопротивлении сил трения со стороны его стенок.

Так как пластические зоны под торцом пуансона и над торцом контрпуансона разобщены (по крайней мере в начале процесса деформирования), то расчетные схемы комбинированных процессов можно составлять из двух схем: базовых и дополнительных. Базовыми являются схемы процессов прямого, обратного, поперечного, прямого с раздачей и других способов выдавливания изделий из сплошных или кольцевых заготовок (таблица 1). Схемами дополнительными являются, за некоторыми исключениями, такие же схемы. Возможные их сочетания в комбинированных процессах указаны знаками (+) (в таблице 2 - для выдавливания изделий из сплошных заготовок, в таблице 3 - для выдавливания изделий при встречном движении пуансона и контрпуансона). В последнем случае дополнительными схемами являются схемы, в которых контрпуансоны перемещаются снизу вверх навстречу пуансону.

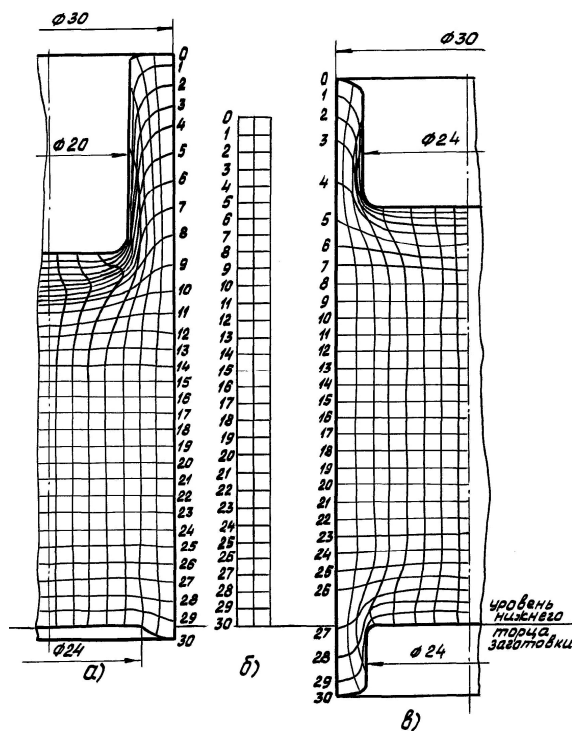


Рис. 1. Искажение координатной сетки (а, в) при комбинированном выдавливании двуполостного стакана; Уровни неискаженной сетки (б)

Особенности анализа процессов комбинированного выдавливания осесимметричных изделий из высоких заготовок рассмотрим на примере двух процессов: SP 0301 и SP 0403 (рис. 2.). В

данном случае схемы формируются из базовых схем (SP04, SP03) и дополнительных (03,01): SP04+03; SP03+01.

Таблица 1 - Унифицированные блоки (фрагмент поля)

Разработанные математические модели позволяют определить влияние соотношений поперечных размеров инструмента, относительной высоты заготовки, расстояния между пуансоном и контрпуансоном или матрицей и коэффициента трения на высоты очагов пластической деформации (hX_1 и hX_2) и изменение удельной деформирующей силы при различных степенях деформаций в базовых и дополнительных схемах.

Анализ моделей указывает на то, что размеры нижних очагов деформации зависят только от поперечных размеров инструмента и коэффициента трения. Поэтому готовые

решения для нижних схем можно использовать при их сочетании с любыми верхними.

Для процесса комбинированного выдавливания (SP 0201) изделия типа стержня с отрезками сверху и внизу, характерным отличием которого является отсутствие течения металла в зазоры между пуансоном и матрицей, относительные размеры очагов деформации зависят исключительно от относительных радиусов пуансона и очка матрицы, от коэффициента трения.

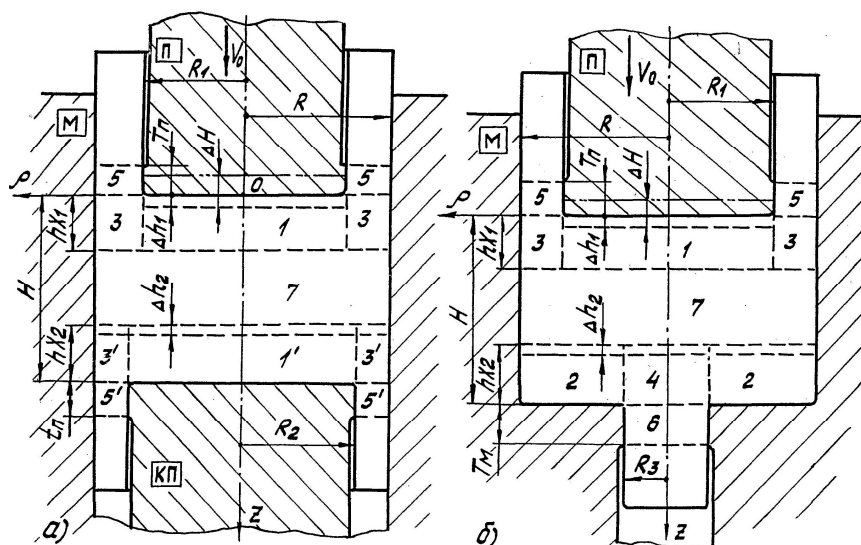


Рис. 2. Расчетные схемы процессов комбинированного выдавливания: а – для способа SP 0403; б – для способа SP 0301

Таблица 2 - Возможные комбинации расчетных схем выдавливания из сплошных заготовок

СХЕМЫ ДОПОЛНИТ.	С Х Е М Ы Б А З О В Ы Е																			
	SP01	SP02	SP03	SP04	SP05	SP06	SP07	SP08	SP09	SP10	SP11	SP12	SP13	SP14	SP15	SP16	SP17	SP18	SP19	SP20
01	+	+	+	+	+	+	+	+												
02		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
03			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
04				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
05					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
06						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
07							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
08								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
09									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10										+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
41	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Что касается анализа процессов, осуществляемых при встречном движении пуансонов (таблица 3), где на векторах направлений течения металла в направлении движения контрпуансонов нанесены штрихи, то можно отметить следующее. Когда рассматривается комбинация основных и дополнительных расчетных схем одного типа при одинаковых размерах инструмента и скоростях движения инструментов, то для определения силового режима выдавливания и параметров очагов деформации можно использовать готовые решения, полученные для простых процессов.

Когда рассматривается комбинация разнотипных схем или однотипных схем при разных размерах инструментов и скоростях движения пуансонов и контрпуансонов, то при определении формоизменения и силового режима следует учитывать смещение заготовки относительно матрицы в сторону пуансона или контрпуансона.

Если необходимо, то расчет какого-либо процесса комбинированного выдавливания можно выполнить последовательно от стадии к стадии с использованием соответствующих модификаций расчетных схем.

Так, процесс SP 0301 можно рассматривать последовательно на стадиях (рис. 3.) когда:

- очаги пластической деформации не распространяются на всю толщину деформируемой части заготовки и не перекрываются (рис. 3 а);
- очаги пластической деформации перекрываются, но каждый из них меньше расстояния между пуансоном и матрицей (рис. 3 б);
- высота одного из очагов становится равной расстоянию между пуансоном и матрицей (рис. 3 в);
- высоты обоих очагов деформации равны толщине заготовки под пуансоном (рис. 3 г).

Таблица 3 - Возможные комбинации расчетных схем выдавливания изделий при встречном движении нижнего и верхнего пуансонов

СХЕМЫ ДОПОЛНИТ.	С Х Е М Ы Б А З О В Ы Е													
	SP 02	SP 03	SP 05	SP 07	SP 09	SP 16	SP 43	SP 44	SP 45	SP 46	SP 47	SP 48	SP 49	SP 43
44	+	+	+	+	+	+								
45	+	+	+	+	+	+								
46	+	+	+	+	+	+								
47	+	+	+	+	+	+								
48	+	+	+	+	+	+								
50							+							
51								+	+	+	+	+	+	
52								+	+	+	+	+	+	
53								+	+	+	+	+	+	
54								+	+	+	+	+	+	
55								+	+	+	+	+	+	
50														+

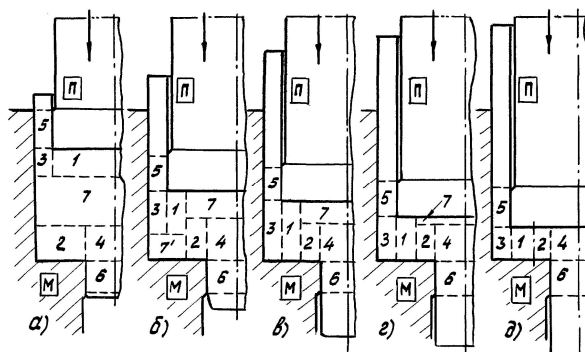


Рис. 3. Расчетные схемы процесса комбинированного выдавливания стакана с отростком на различных его стадиях: П – пуансон; М - матрица

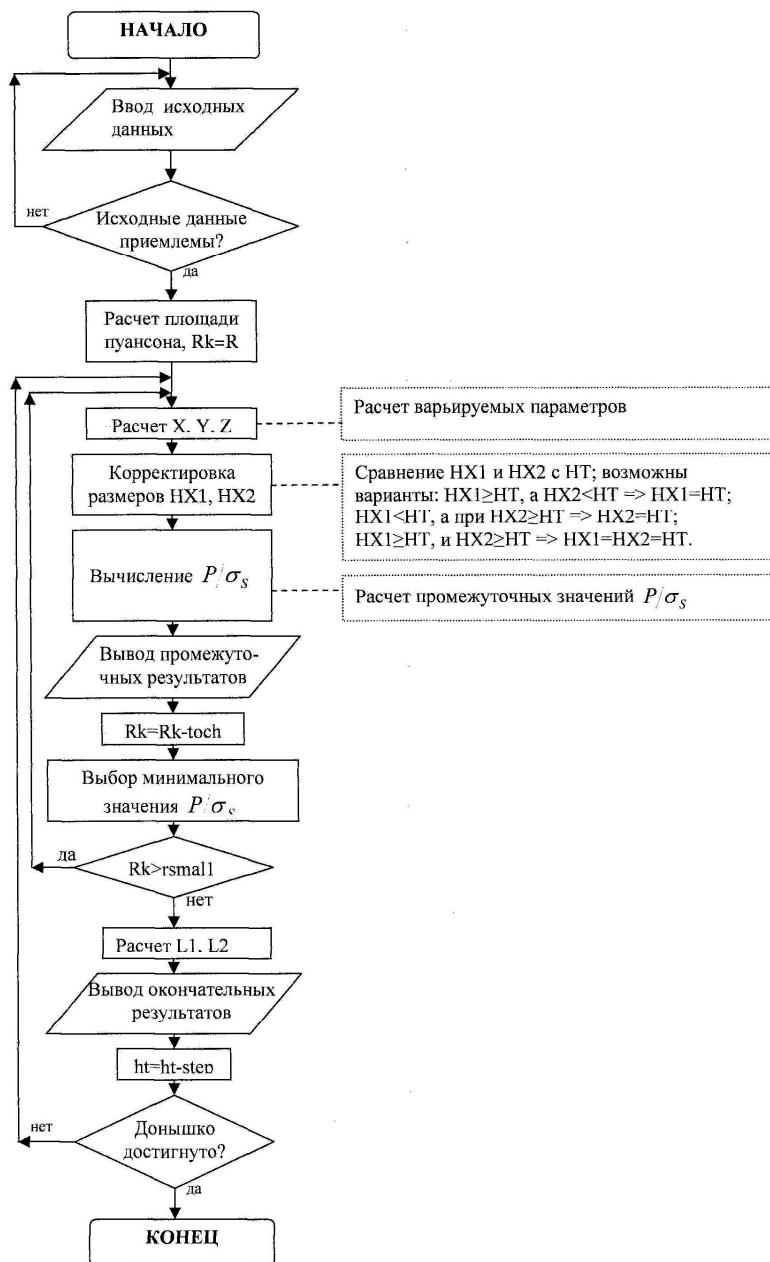


Рис. 4. Алгоритм расчета процессов холодной объемной штамповки

Для преобразования математических моделей в программу для ЭВМ использованы формальные правила языка Object Pascal. Геометрические размеры инструмента, заготовки и поковки представляются в безразмерных единицах символами. Алгоритм расчета представлен на рисунке 4.

Заключение

Предлагаемую методику целесообразно использовать для определения технологических параметров процессов холодной объемной штамповки, в которой расчетные схемы (а значит и математические модели) составляются из готовых блоков, что позволяет существенно сократить время подготовки производства

Библиографический список

1. Евстифеев В. В. Разработка унифицированных расчетных схем для проектирования технологических процессов холодного осесимметричного выдавливания / В. В. Евстифеев, В. В. Грязнов, И. В. Маркечко // Малоотходные технологические процессы холодной объемной штамповки. – М: Мосстанкин, 1984. – С. 96-111.
2. Евстифеев В. В. Научное обоснование, обобщение и разработка прогрессивных технологий холодной объемной штамповки: автореф. дис. ... доктора техн. наук / В. В. Евстифеев. – М: МВТУ им. Н. Э. Баумана, 1994. 382 с.
3. Степанский Л. Г. Расчеты процессов обработки металлов давлением / Л. Г. Степанский. – М: Машиностроение. 1979. – 215 с.
4. Теория обработки металлов давлением / Тарновский И. А., Поздеев А.А. Ганаго О. А. и др. – М: Metallurgizdat, 1963. – 672 с.
5. Джонсон В. Механика процесса выдавливания металла / Пер. с англ. // В. Джонсон, Х. Кудо. – М: Metallurgiya, 1965. – 176 с.
6. Оленин Л. Д. Расчет технологических переходов и конструирование инструмента для холодного комбинированного выдавливания / Л. Д. Оленин // Кузнечно-штамповочное производство. – 1972. – № 1. – С. 9 – 12.
7. Степанский Л. Г. Пластическое течение металла при двусторонней закрытой прошивке / Л. Г. Степанский // Кузнечно-штамповочное производство. – 1964. – № 3. – С. 8 – 11.

USING THE UNIFIED DESIGN SCHEME THE DESIGN PROCESS DETAILED FORGING

A. V. Evstifeev, A. A. Alexandrov,
V. V. Evstifeev, I. I. Zav'yalov

The possibility of using a unified design schemes for the analysis of the power mode, and the end of the current workpiece forming groups combined forging processes. Such schemes are drawn up either of typical units or individual items, which are already set

the velocity field, or of basic and advanced design schemes simple processes extrusion and uplift. This simplifies the preparation of special software technological preparation of production. Ill. 3. Bible 7.

Keywords: Cold forging, extrusion processes are combined, unified design schemes, the algorithm.

Bibliographic list

1. Evstifeev V. V. Development of unified design schemes for the design process of an axisymmetric cold extrusion / V. Evstifeev, V. V. Gryaznov, I. V. Markechko // Low-waste processes cold forming. – M: Mosstankin, 1984. – P. 96 - 111.
2. Evstifeev V. V. The scientific rationale, review and development of advanced technologies cold forming: Author. dis. ... The doctor tehn. science / V. Evstifeev - Moscow: Moscow State Technical University. N. E. Bauman, 1994. 382 p.
3. Stepanyk L. G. Calculations of metal forming / L. G. Stepanyk - M: Mechanical Engineering. 1979. – 215 p.
4. Theory of Metal Forming / Tarnowski I. A., Pozdееv A. A. Ganago OA etc. - M: Metallurgy, 1963. – 672 p.
5. Johnson W. Mechanics of metal extrusion process / Per. from English. // B. Johnson, H. Kudo. - M: Metallurgy, 1965 - 176 p.
6. Olenin L. D. Calculation of technological transitions and design tool for composite cold extrusion / L. D. Olenin // Forging and stamping production. - 1972. - № 1. - P. 9 - 12.
7. Stepanyk L. G. Plastic flow of metal at a bilateral closed firmware / L. G. Stepanyk // Forging and stamping production. - 1964. - № 3. P. 8 - 11.

Евстифеев Александр Владиславович – руководитель подразделения Омский НИИ приборостроения (ОНИИП). Основные направления научной деятельности – компьютерное и натурное моделирование процессов обработки металлов давлением. Общее количество опубликованных работ: 10. e-mail: a_evstifeev@mail.ru

Александров Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры КМиСТ Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – теоретические методы, имитационное и натурное моделирование процессов обработки металлов давлением. Общее количество опубликованных работ: 90. e-mail: omsk-aaa@rambler.ru

Евстифеев Владислав Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры КМиСТ Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – теоретические методы анализа процессов обработки металлов давлением и порошковой

металлургии, имитационное и натурное моделирование технологий. Общее количество опубликованных работ: более 230. e-mail: VladEvst@mail.ru

Завьялов Иван Иванович - аспирант Сибирской государственной автомобильно-

дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности - имитационное и натурное моделирование процессов обработки металлов давлением. Общее количество опубликованных работ – 2. e-mail: @mail.ru

УДК 625.7

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЛАВИННОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ КОНЦЕПТУАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОГ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

М. И. Зимин

Аннотация. Рассматривается технология оценки лавинной опасности при проектировании дорог в горной местности. Используется нечётко-стохастический анализ. Приводятся примеры расчёта.

Ключевые слова: дорога, лавина, проектирование, прогноз, снег, нечёткий, стохастический.

Введение

Снежные лавины нередко являются серьёзной угрозой для дорог в горной местности. В то же время не всегда проектировщики располагают необходимой информацией об их возникновении в конкретном районе. Так, согласно [1] на общем фоне лавинной опасности выделяются периоды, когда сходят особо мощные лавины, которые достигают мест, считавшихся безопасными. Подобное положение не может быть признано приемлимым уже хотя бы потому, что имеет место реальная угроза для жизни людей. Поэтому совершенствование технологии прогнозирования лавинной опасности при проектировании дорог в горах представляет определённый научно-практический интерес. Не менее важен и выбор оптимальной концепции противолавинной защиты, предотвращающий чрезмерные затраты на соответствующие мероприятия.

Методика прогнозирования

В [2] описано краткосрочное прогнозирование лавинной опасности, а в [3] – расчёт давления лавины. Однако для проектировщиков важен не только текущий риск возникновения опасных явлений, но и их вероятные параметры, поскольку это определяет концепцию соответствующей защиты.

Метеообстановка и рельеф в большинстве случаев хорошо известны в каждом регионе. Однако лавины могут отсутствовать в течение всего периода

наблюдений, что затрудняет оценку их возможных воздействий на дороги. В то же время, методика, приведённая в [2], позволяет по метеоданным и рельефу оценить функции принадлежности моделируемой обстановки к различным лавиноопасным ситуациям.

Поскольку исходные данные меняются случайным образом, то есть для одних и тех же дней, относящиеся к разным годам, входная информация для прогностических программ неодинакова, и различия носят стохастический характер, необходимо выполнять статистическую обработку выборки результатов нечётких вычислений.

По технологии, описанной [2] можно получать результаты в виде нечётких высказываний «возможен», «ожидается», «нелавиноопасно». При этом термин «нелавиноопасно» соответствует вероятности схода лавины, не превышающей 0,001, термин «возможен» - вероятности схода лавины, лежащей в пределах от 0,001 до 0,9, и термин «ожидается» - вероятности схода лавины, большей, чем 0,9.

Для каждого очага на каждую дату создаётся база метеоданных. Кроме того, для зон зарождения и транзита разрабатывается база данных по рельефу. По ним в соответствии с [2] для всех дней всех лет, для которых есть данные, рассчитывается степень принадлежности ситуации к различным уровням лавинной опасности. Возможные результаты вычислений иллюстрируются Таблица 1.

Таблица 1 - Возможные результаты оценки лавинной опасности

Код лавинной опасности	Описание прогноза
1	Нелавиноопасно.
2	Снег находится в неустойчивом состоянии, возможен сход лавин небольшого объема с очисткой до 10 % площади очага.
3	Снег находится в неустойчивом состоянии, возможен сход лавин значительного объема с очисткой от 10 до 50 % площади очага.
4	На последующие сутки ожидается массовый сход лавин значительного объема с очисткой от 10 до 50 % площади очага.
5	Исключительная лавинная опасность ожидается массовый сход лавин большого объема с очисткой более 50 % площади очага

Для каждого дня тех лет, по которым есть необходимые данные вычисляются степени принадлежности обстановки и лавиноопасным ситуациям, из которых выбирается наиболее опасная. Кроме того, для него методом Монте-Карло разыгрывается сход лавины. Для этого используется случайное число ξ_1 , равномерно распределённое в интервале [0, 1]. Если сход лавины не ожидается, то независимо от величины ξ_1 считается, что лавина отсутствовала. Если по прогнозу сход лавины ожидается, то каким бы ни было ξ_1 , предполагается, что лавина сошла. Если лавина возможна, то при $\xi_1 < 0,5$ считается, что лавина возникла, а при $\xi_1 \geq 0,5$ – что её не было.

Если при моделировании ситуации получается, что лавина сошла, то далее определяется её объём. Предполагается, что он для всех вариантов прогноза является случайной величиной, равномерно распределённой в указанном интервале. Например, если снег находится в неустойчивом состоянии, возможен сход лавин значительного объема с очисткой от 10 до 50 % площади очага, и количество снега в очаге равно V_c , то плотность вероятности объёма лавины имеет вид:

$$f(V_{л}) = \begin{cases} 0 & \text{при } V_{л} < 0,1V_c \\ \frac{2,5}{V_c} & \text{при } 0,1V_c < V_{л} < 0,5V_c \\ 0 & \text{при } V_{л} > 0,5V_c \end{cases}, (1)$$

где $f(V_{л})$ – плотность вероятности объёма лавины, $V_{л}$ – объём лавины.

По заданному рельефу, свойствам снега и объёму лавины по технологии, описанной в [3], вычисляется давление лавины на дороге. Оно имеет стохастический характер. Кроме того, только очень ограниченная выборка может быть реально получена.

Возникновение снежных лавин зависит от многих параметров. Поэтому здесь вполне применима центральная предельная теорема [4], в соответствии с которой достаточно большая сумма сравнительно малых случайных величин распределена приближенно по нормальному закону.

В то же время давление лавины не может принимать отрицательные значения. Поэтому соответствующая плотность вероятности определена в интервале [0, ∞]. В связи с этим представляется целесообразным применение усеченного нормального распределения. Его параметры вычисляются следующим образом. Сначала рассчитываются математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение элементов выборки давлений лавины на объект:

$$a_p = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}, (2)$$

где a_p – математическое ожидание давления лавины на объект, n – объём выборки, p_i – давление лавины на объект на i -ой реализации,

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_p - x_i)^2}{n-1}}, (3)$$

где σ_p – среднее квадратичное отклонение давления лавины на объект.

Затем плотность вероятности значений p отыскивается в виде

$$p(x) = \frac{b}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, (4)$$

где b – коэффициент, который всегда больше единицы; его величина определяется

$$\int_0^{\infty} p(x)dx = 1.$$

В этом случае

$$b = \frac{1}{\int_0^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx}. \quad (5)$$

После того, как плотности вероятности давления лавины построены для каждой даты, вычисляются вероятности превышения этим давлением допустимой для дороги нагрузки для всех дней года.

Вероятность того, что давление лавины выйдет за допустимые значения в пределах одних суток в году равна

$$q_1 = \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - \zeta_i) \right], \quad (6)$$

где q_1 - вероятность того, что давление лавины выйдет за допустимые значения в пределах одних суток в году, ζ_i - вероятность того, что давление на дорогу превысит допустимое в пределах i -ой даты, n - число дат, когда сход лавин имел место.

Относительная длительность простоя дороги в течение года оценивается следующим образом:

$$\delta_{\Pi} = \frac{\tau_{\Pi}}{\tau_3} = \frac{[\max(q_1, 2q_1^2, 2q_1^3, \dots, mq_1^m)]}{365}, \quad (7)$$

где τ_{Π} - длительность простоя дороги за заданный период эксплуатации, сутки; m - число дней в году, когда сход снежных лавин ожидается или возможен, τ_3 - заданный период эксплуатации, δ_{Π} - относительная

длительность простоя дороги в течение одного года.

Максимум функции xa^x при $x > 0$ и $a < 0$ достигается при

$$x = -\frac{1}{\ln a}. \quad (8)$$

В качестве примера можно привести расчёт при следующих исходных данных. Доступна информация за 5 лет. Она иллюстрируется Таблица 2 - 6. Во время дней, отсутствующих в таблицах, снежного покрова на склоне не было. Профиль лавинного очага показан на Рис. 1. Его ширина составляет 20 м. Допустимое давление на дороге равно 560 Па. Допустимая относительная длительность простоя дороги составляет 0,003.

Применяются обозначения

τ_{Π} - время в течение которого снег находится на склоне;

q - сумма осадков;

o - интенсивность осадков;

v - максимальный за сутки порыв ветра;

h - толщина снега на склоне;

t_{24} - среднесуточная температура воздуха;

j - код лавинной опасности;

V_{Π} - объём лавины.

Полученные исходные данные для статистического анализа иллюстрируются Таблица 7. Вероятность того, что давление лавины выйдет за допустимые значения в пределах одних суток в году в данном случае равна 0,9116. Соответственно $\delta_{\Pi} = 0.0109$.

Поскольку в данном случае относительная длительность простоя дороги из-за схода снежных лавин больше допустимой, то рекомендуется строительство противолавинных галерей.

Таблица 2 - Данные за первый год наблюдений

Дата	τ , часы	q , мм	o , мм/час	v , м/с	h [м]	t_{24} [°C]	j	ξ_1	Сход лавины по стохастическому прогнозу	ξ_2	V_{Π} , м ³	p_{Π} , Па
11.01	16	1,5	-	5	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
12.01	40	2	-	7	0,02	-4	1	-	-	-	-	-
13.01	64	-	-	7	0,02	-3	1	-	-	-	-	-
14.01	88	5	1	2	0,06	-8	1	-	-	-	-	-
15.01	112	10	2	3	0,15	-1	1	-	-	-	-	-
16.01	136	3	1	7	0,14	-5	1	-	-	-	-	-
17.01	160	-	-	2	0,13	-2	1	-	-	-	-	-

Продолжение Таблицы 2 - Данные за первый год наблюдений

18.01	184	-	-	4	0,13	-4	1	-	-	-	-	-
19.01	208	-	-	3	0,12	-4	1	-	-	-	-	-
20.01	232	15	3	6	0,25	-7	3	0.89	Да	0.91	232	926
21.01	256	5	1	7	0.27	-2	3	0.75	Да	0.63	190	925
22.01	280	0	-	6	0.26	-4	3	0.45	-	0.76	-	-
23.01	304	0	-	7	0.24	-1	3	0.08	-	0.12	-	-
24.01	328	0	-	8	0.23	-5	3	0.68	Да	0.35	193	925
25.01	352	2	-	7	0.24	-11	3	0.15	-	-	-	-
26.01	376	0	-	4	0.22	-5	2	0.19	-	-	-	-
27.01	400	0	-	7	0.19	-1	1	-	-	-	-	-
28.01	424	0	-	3	0.15	3	1	-	-	-	-	-
29.01	448	0	-	4	0.1	12	1	-	-	-	-	-
30.01	472	0	-	6	0.04	14	1	-	-	-	-	-

Таблица 3 - Данные за второй год наблюдений

Дата	τ , часы	q , мм	o , мм/час	v , м/с	h [м]	t_{24} [°C]	j	ξ_1	Сход лавины по стохастическому прогнозу	ξ_2	$V_{л,3}$ м ³	$\rho_{л, Па}$
14.01	16	1,1	-	15	0,01	-4	1	-	-	-	-	-
15.01	40	2,2	-	8	0,02	-5	1	-	-	-	-	-
16.01	64	-	-	2	0,01	-1	1	-	-	-	-	-
17.01	88	4	1	1	0,07	-2	1	-	-	-	-	-
18.01	112	4	1	0	0,06	-3	1	-	-	-	-	-
19.01	136	3	1	7	0,04	-2	1	-	-	-	-	-
20.01	160	-	-	3	0,03	-1	1	-	-	-	-	-
21.01	184	-	-	5	0,03	-1	1	-	-	-	-	-
22.01	208	-	-	1	0,02	-2	1	-	-	-	-	-
23.01	232	50	3	0	0,55	-1	5	-	-	0,37	753	927
24.01	256	3	1	1	0,37	7	3	0,22	-	-	-	-
25.01	280	0	-	2	0,21	14	2	0,58	Да	0,84	35,3	925
26.01	304	0	-	3	0,20	-1	1	-	-	-	-	-
27.01	328	0	-	1	0,19	-5	1	-	-	-	-	-
28.01	352	1	-	9	0,19	-11	1	-	-	-	-	-
29.01	376	0	-	2	0,18	-5	1	-	-	-	-	-
30.01	400	0	-	1	0,16	-1	1	-	-	-	-	-
31.01	424	0	-	1	0,15	3	1	-	-	-	-	-
01.02	448	0	-	4	0,1	11	1	-	-	-	-	-
02.02	472	0	-	7	0,04	13	1	-	-	-	-	-

Таблица 4 - Данные за третий год наблюдений

Дата	τ , часы	q , мм	o , мм/час	v , м/с	h [м]	t_{24} [°C]	j	ξ_1	Сход лавины по стохастическому прогнозу	ξ_2	$V_{л,3}$ м ³	$\rho_{л, Па}$
10.01	16	1,1	-	15	0,01	-4	1	-	-	-	-	-
11.01	40	2,2	-	8	0,02	-5	1	-	-	-	-	-
12.01	64	-	-	2	0,02	-1	1	-	-	-	-	-
13.01	88	4	1	1	0,06	-2	1	-	-	-	-	-
14.01	112	1	-	0	0,06	-3	1	-	-	-	-	-
15.01	136	1	-	7	0,04	-2	1	-	-	-	-	-
16.01	160	-	-	3	0,03	-1	1	-	-	-	-	-
17.01	184	-	-	5	0,02	-1	1	-	-	-	-	-

Продолжение Таблицы 4 - Данные за третий год наблюдений

18.01	208	-	-	1	0,02	-2	1	-	-	-	-	-
19.01	232	-	-	10	0,02	-4	1	-	-	-	-	-
20.01	256	-	-	6	0,01	-1	1	-	-	-	-	-
21.01	280	-	-	12	0,01	-4	1	-	-	-	-	-
22.01	304	-	-	3	0,01	-1	1	-	-	-	-	-
23.01	328	56	3	0	0,51	-1	5	-	-	0,31	668	927
24.01	352	1	-	1	0,38	7	3	0,73	Да	0,81	322	926
25.01	376	0	-	2	0,20	14	2	0,71	Да	0,50	20	924
26.01	400	0	-	1	0,14	-1	1	-	-	-	-	-
27.01	424	0	-	1	0,14	3	1	-	-	-	-	-
28.02	448	0	-	4	0,12	10	1	-	-	-	-	-
29.02	472	0	-	7	0,07	11	1	-	-	-	-	-

Таблица 5 - Данные за четвёртый год наблюдений

Дата	τ , часы	q , мм	O , мм/час	v , м/с	H [м]	t_{24} [°C]	j	ξ_1	Сход лавины по стохастическому прогнозу	ξ_2	$V_{л,3}$ м ³	$p_{л,}$ Па
09.01	16	1,1	-	15	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
10.01	40	2,2	-	8	0,02	-5	1	-	-	-	-	-
11.01	64	-	-	2	0,02	-0.5	1	-	-	-	-	-
12.01	88	4	1	1	0,06	-1	1	-	-	-	-	-
13.01	112	1	-	0	0,06	-1	1	-	-	-	-	-
14.01	136	1	-	7	0,04	-2	1	-	-	-	-	-
15.01	160	-	-	3	0,03	-4	1	-	-	-	-	-
16.01	184	-	-	5	0,02	-3	1	-	-	-	-	-
17.01	208	-	-	1	0,02	-1	1	-	-	-	-	-
18.01	232	-	-	10	0,02	-1	1	-	-	-	-	-
19.01	256	-	-	6	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
20.01	280	-	-	12	0,01	-6	1	-	-	-	-	-
21.01	304	-	-	3	0,01	-4	1	-	-	-	-	-
22.01	328	-	-	7	0,01	-8	1	-	-	-	-	-
23.01	352	-	-	3	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
24.01	376	-	-	5	0,01	-2	1	-	-	-	-	-
25.01	400	53	3	0	0,52	-2	5	-	-	0,44	749	927
26.01	424	1	-	1	0,32	8	3	0,14	-	-	-	-
27.02	448	0	-	2	0,21	12	2	0,30	-	-	-	-
28.02	472	0	-	7	0,07	12	1	-	-	-	-	-

Таблица 6 - Данные за пятый год наблюдений

Дата	τ , часы	q , мм	O , мм/час	v , м/с	H [м]	t_{24} [°C]	j	ξ_1	Сход лавины по стохастическому прогнозу	ξ_2	$V_{л,3}$ м ³	$p_{л,}$ Па
09.01	16	1,4	-	1	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
10.01	40	2,1	-	18	0,02	-5	1	-	-	-	-	-
11.01	64	-	-	3	0,02	-0.5	1	-	-	-	-	-
12.01	88	4,2	1	2	0,06	-1	1	-	-	-	-	-
13.01	112	-	-	1	0,06	-1	1	-	-	-	-	-
14.01	136	-	-	3	0,04	-2	1	-	-	-	-	-
15.01	160	-	-	6	0,03	-4	1	-	-	-	-	-
16.01	184	-	-	1	0,02	-3	1	-	-	-	-	-

Продолжение Таблицы 6 - Данные за пятый год наблюдений

17.01	208	-	-	11	0,02	-1	1	-	-	-	-	-
18.01	232	-	-	12	0,02	-1	1	-	-	-	-	-
19.01	256	-	-	5	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
20.01	280	-	-	2	0,01	-6	1	-	-	-	-	-
21.01	304	-	-	1	0,01	-4	1	-	-	-	-	-
22.01	328	-	-	2	0,01	-8	1	-	-	-	-	-
23.01	352	-	-	1	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
24.01	376	-	-	6	0,01	-2	1	-	-	-	-	-
25.01	400	3,2	1	2	0,03	-2	1	-	-	-	-	-
26.01	424	1	-	2	0,02	-4	1	-	-	-	-	-
27.02	448	0	-	1	0,01	-3	1	-	-	-	-	-
28.02	472	0	-	6	0,01	1	1	-	-	-	-	-

Таблица - 7. Исходные данные для статистического анализа и его результаты

Дата	p_1 , Па	p_2 , Па	p_3 , Па	p_4 , Па	p_5 , Па	ζ_i
20.1	926	0	0	0	0	0,2716
21.1	925	0	0	0	0	0,2711
23.1	0	927	927	0	0	0,4622
24.1	925	0	926	0	0	0,2716
25.1	0	925	924	927	0	0,5748

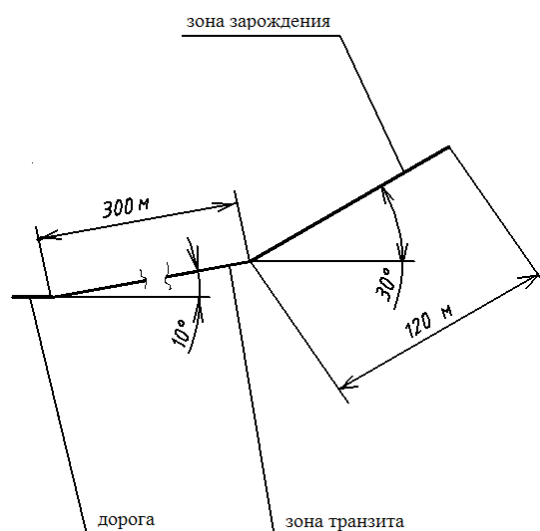


Рис. 1. Расположение дороги и лавинного очага

Заключение

Зная реальный уровень лавинной опасности, можно прогнозировать, какую угрозу она представляет для конкретной дороги. Соответственно выбирается концепция защиты. Например, может быть рекомендовано строительство противолавинных галерей или организация предупредительного спуска лавин.

Таким образом, разработанные технологии позволяют оптимизировать защиту от снежных лавин и избежать неоправданных потерь, связанных с перебоями движения транспорта или

чрезмерными затратами на противолавинные мероприятия.

Библиографический список

1. Войтковский, К. Ф. Лавиноведение / К. Ф. Войтковский. – М.: МГУ, 1989. – 158 с.
2. Зимин, М. И. Прогнозирование лавинной опасности. Руководящий документ РД 52.37.612-2000 / М. И. Зимин. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2000. – 16 с.
3. Зимин, М. И. Прогнозирование опасных процессов на основе бионического подхода и его использование в системах автоматизации проектирования / М. И. Зимин // Естественные и технические науки. – 2011. – № 3. – С. 407 – 414.

4. Колемаев, В. А. Теория вероятностей в примерах и задачах / В. А. Колемаев. – М.: Государственный университет управления, 2001. – 87 с.

THE METHODOLOGY OF ASSESSING AVALANCHE DANGER DURING THE CONCEPTUAL DESIGN OF ROADS IN THE HIGHLANDS

M. I. Zimin

Problems of forecast interconnected processes on transport structures are considered. Two-leveled system, being used to predict avalanche and sill load is described.

Keywords: road, avalanche, design, forecast, snow, fuzzy, stochastic.

Bibliographic list

1. Vojtkowski, K. F. Lavinovedenie / K. F. Vojtkowski. - M: Moscow state University - 1989. - 158 p.
2. Zimin, M. I. Prediction of the avalanche danger. Guidance document KMG 52.37.612-2000 / M. I. Zimin - St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2000. - 16 p.
3. Zimin, M. I. Prediction of dangerous processes based on bionic approach and its use in the systems of the automation of design / M. I. Zimin // Natural and technical Sciences. - 2011. - № 3. - P. 407 - 414.
4. Kolemaev, V. A. Probability theory examples and problems / Century A. Kolemaev. - M: the State University of management, 2001. - 87 P.

Зимин Михаил Иванович, кандидат технических наук, доктор РАЕН, профессор РАЕН, индивидуально практикующий инженер, Онтарио, Канада. Основные направления научной деятельности: расчёт структурно неоднородных тел, математическое моделирование воздействий природных процессов на транспортные сооружения и транспорт, прогнозирование усталостных разрушений. Общее количество публикаций – 43. E-mail: zimin7@yandex.ru.

УДК 621.879

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

П. А. Корчагин

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос о создании системы автоматизации проектирования виброзащитных систем землеройных машин.

Ключевые слова: виброзащита, виброзащитные системы, математическое моделирование.

Введение

Развитие землеройных машин (ЗМ) идет по пути увеличения их силовых и скоростных характеристик при одновременном снижении их материалоемкости. В связи с этим возрастают динамические нагрузки, механические воздействия и, как следствие, вибрационная нагруженность машин. Применение активных рабочих органов (АРО), основанных на механизмах ударного, возвратно-поступательного и вибрационного принципов действия, так же способствует повышению уровня вибрации на современных ЗМ.

Возникающие вибрационные нагрузки отрицательно влияют на саму машину,

снижая ее надежность и долговечность. Распространяясь по конструкции машины, вибрация действует и на оператора. Воздействие вибрации отрицательно сказывается на здоровье оператора и его работоспособности: повышается утомляемость, увеличивается количество ошибок, совершаемых оператором, вследствие чего снижается производительность и качество труда, кроме того, развивается профессиональное заболевание – вибрационная болезнь, которая в последнее время занимает второе место среди профзаболеваний рабочих в развитых странах.

Высокие требования по энерговооруженности ЗМ вступают в противоречие с требованиями обеспечения безопасности оператора и снижения нагрузок на саму машину.

Разрешить данное противоречие позволяет оснащение ЗМ виброзащитными системами (ВЗС). В свою очередь разработка эффективной ВЗС представляет собой довольно сложную инженерную задачу, требующую от проектировщика компетенций в области математического моделирования, разработки программного обеспечения. В ФГБОУ ВПО «СибАДИ» накоплен большой опыт в области создания ВЗС землеройных

машин. В связи с этим было решено разработать систему автоматизированного проектирования виброзащитных систем землеройных машин, которая позволила бы решать не только задачи синтеза, но и проводить модернизацию существующих ВЗС.

Основная часть

Математическая модель сложной динамической системы «динамические воздействия – ЗМ – оператор», представлена в виде упорядоченно взаимодействующих подсистемы (рис. 1.).

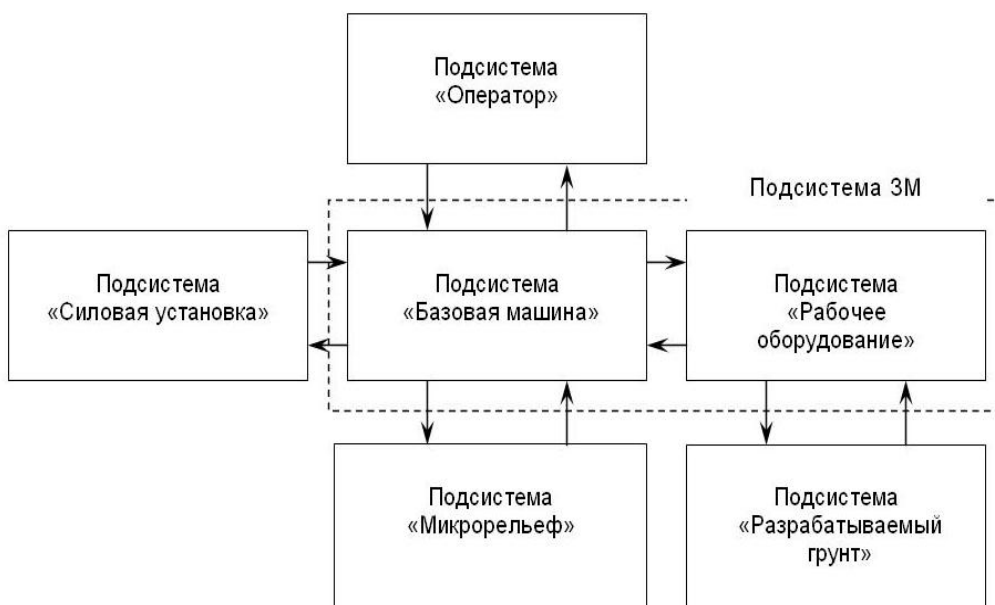


Рис. 1. Блок-схема сложной динамической системы

Важнейшим элементом динамической системы является подсистема ЗМ. Разработка математической модели ЗМ является весьма сложной и трудоемкой задачей, однако, современная вычислительная техника и программное обеспечение позволяют formalизовать процесс создания математических моделей. В ФГБОУ ВПО «СибАДИ» на протяжении ряда лет для этих целей используется методика моделирования ЗМ на основе метода однородных координат. Сочетание данного метода с векторно-матричной формой представления уравнений позволяет использовать типовые элементы расчетных схем и сократить время на разработку и отладку программ на ПЭВМ.

Методика состоит из ряда алгоритмов, пошаговое выполнение которых позволит

formализовать процесс составления математических моделей ЗМ в форме системы дифференциальных уравнений второго порядка:

$$A_q \ddot{\vec{q}} + B_q \dot{\vec{q}} + C_q \vec{q} = \vec{Q}, \quad (1)$$

где A_q , B_q , C_q – матрицы коэффициентов дифференциальных уравнений размером $k_j \times k_j$; $\ddot{\vec{q}}$, $\dot{\vec{q}}$, \vec{q} – матрицы размером $k_j \times 1$, представляющие малые значения соответственно ускорений, скоростей и обобщенных координат; \vec{Q} – матрица сил размером $k_j \times 1$.

Коэффициенты дифференциальных уравнений являются функциями больших значений обобщенных координат звеньев системы и значениями инерционных и упруго-вязких параметров элементов.

На основании предложенной методики были разработаны математические модели автогрейдеров и экскаваторов.

Отличительной особенностью легких автогрейдеров (колесная формула 1 x 2 x 2

или 1 x 1 x 2) является отсутствие балансирных тележек. Несмотря на конструктивные отличия легких, средних и тяжелых автогрейдеров их можно описать с помощью двух расчетных схем. При этом основные элементы схем были максимально унифицированы. На рисунке 2 представлена пространственная расчетная схема среднего автогрейдера с колесной формулой 1x2x3.

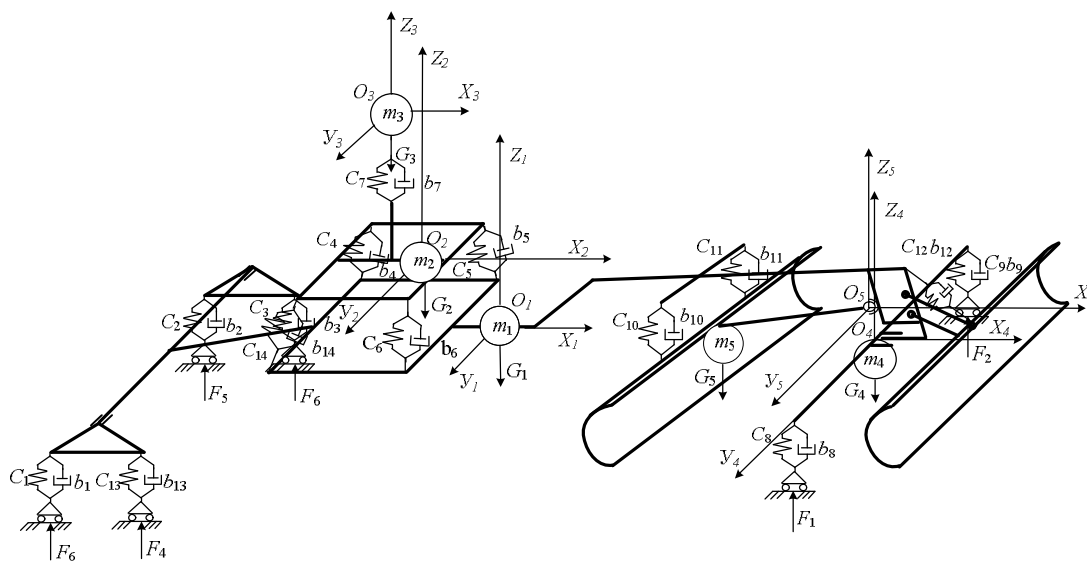


Рис. 2. Расчетная схема динамической системы «автогрейдер – оператор»

Экскаваторы 2-й, 3-й и 4-й размерных групп также имеют значительные конструктивные отличия. Основным из них является то, что экскаваторы 2-й размерной группы, как правило, монтируются на базе промышленных тракторов. Поэтому у них отсутствует поворотная платформа, что уменьшает рабочую зону экскаватора. Однако, несмотря на ряд отличий, была

проведена унификация ряда элементов расчетных схем, что позволило формализовать процесс составления математических моделей за счет добавления (исключения) отдельных блоков. В качестве примера на рисунке 3 представлена пространственная расчетная схема экскаватора второй размерной группы.

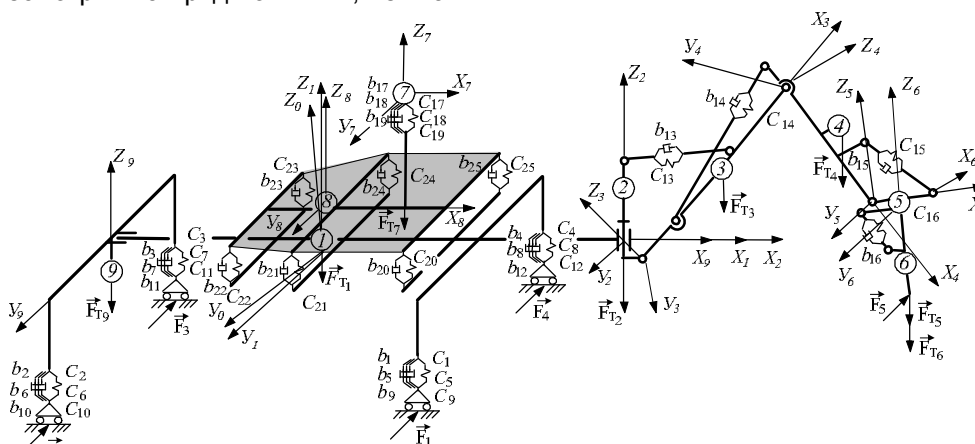


Рис. 3. Расчетная схема динамической системы «экскаватор 2-й размерной группы – человек-оператор»

Разработанные математические модели позволяют проводить исследования статических, кинематических и динамических характеристик ЗМ, а также их ВЗС в различных эксплуатационных режимах.

Математическая модель силовой установки (СУ) базируется на представлении динамического воздействия со стороны двигателя, агрегатов трансмиссии и гидронасоса детерминированными функциями. Величина динамических

воздействий, создаваемых двигателем, зависит от его типа, числа цилиндров и угла поворота коленчатого вала. Для решения поставленных в работе задач вибрационные характеристики СУ представлены в виде рядов Фурье (таблица 1). Составляющие амплитудного и фазового спектров были получены по результатам обработки экспериментальных данных (рисунок 4).

Таблица 1 – коэффициенты рядов Фурье

f_k , Гц	\ddot{z}_k^{\max} , м/с ²	φ_k , Рад
6	0,77	-1,09
12	0,57	1,49
24	1,17	-1,43
49	0,79	1,43
97	1,2	-1,29
132	1,2	-1,10

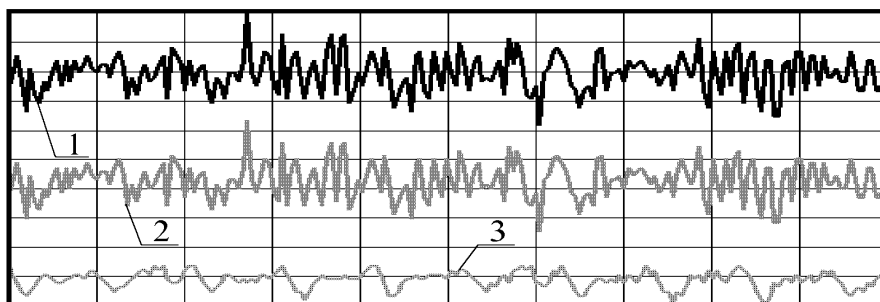


Рис. 4. Типовые осциллограммы при работе СУ:

1 – корпус трансмиссии; 2 – пол кабины; 3 – кресло оператора

Модели процессов взаимодействия рабочего органа с разрабатываемым грунтом были составлены для двух типов рабочих органов: статического и активного действия (АРО). Известно, что сила сопротивления копания зависит от физико-механических свойств грунта, параметров рабочего органа, толщины срезаемой стружки. Большой вклад в разработку теорий копания грунтов внесли В. И. Баловнев, Ю. А. Ветров, А. Н. Зеленин, Н. Т. Домбровский и др. Проведенный обзор и анализ теорий резания и копания грунта позволил сделать вывод, что для решения поставленных в работе задач сила сопротивления при копании грунта \vec{F}_K , в соответствии с теорией Федорова Д.И – Бондаровича Б.А., может быть представлена в виде двух составляющих низкочастотной (тренда) и высокочастотной (флюктуации)

$$\vec{F}_K = \vec{F}_K^T + \vec{F}_K^\phi, \quad (2)$$

где \vec{F}_K^T – вектор низкочастотной составляющей силы реакции; \vec{F}_K^ϕ – вектор сил высокочастотной составляющей силы реакции.

Высокочастотная составляющая отражает случайный характер силы реакции, возникающий вследствие неоднородности грунта, случайных включений, неуправляемых перемещений рабочего органа и др. Нормированные корреляционные функции случайных флюктуаций могут быть представлены в виде

$$K_\phi(t_\phi) = e^{-\alpha_\phi(t_\phi)} \cos \beta_\phi(t_\phi), \quad (3)$$

где α_Φ , β_Φ – параметры корреляционной функции; t_Φ – интервал времени корреляции.

Высокочастотная составляющая вызывает наибольший интерес с точки зрения задач, поставленных в работе.

Для разработки твердых материалов, мерзлых грунтов, уплотнения грунта широко используются АРО. АРО создают динамические нагрузки в низкочастотном диапазоне, которые принято относить к вибрации и удару. Вибрационное воздействие со стороны АРО (например, вибротрамбовки) представлено детерминированными периодическими функциями

$$F_{\text{АРО}}(t) = F_{\text{АРО}}^{\text{max}} \sin(\omega \cdot t), \quad (4)$$

где $F_{\text{АРО}}^{\text{max}}$ – амплитуда колебаний; ω – частота колебаний.

Динамическое воздействие АРО ударного типа (например, гидромолот)

рассматривается в данной работе как удар, характеризуемый «мгновенным» приложением силы. Проведенные исследования позволили представить ударный импульс (рисунок 5) со стороны следующими аналитическими выражениями:

$$F(\Theta, \xi) = F_n \frac{1 - \cos(2\pi\Theta)}{1 - \cos(2\pi\xi)} \exp\left(2\pi \frac{\xi - \Theta}{\text{tg}(\pi\xi)}\right); \quad (5)$$

$$F = F_n \sin(\pi\Theta); \quad (6)$$

$$F = 0,5F_n (1 - \cos(2\pi\Theta)), \quad (7)$$

где F_n – пиковое значение функции, $0 < F_n < \infty$; F – текущее значение функции, $0 < F < F_n$; ξ – нормированная длительность фронта, соответствующая максимуму кривой, $0 < \xi < 1$; Θ – нормированное время, $0 < \Theta < \infty$.

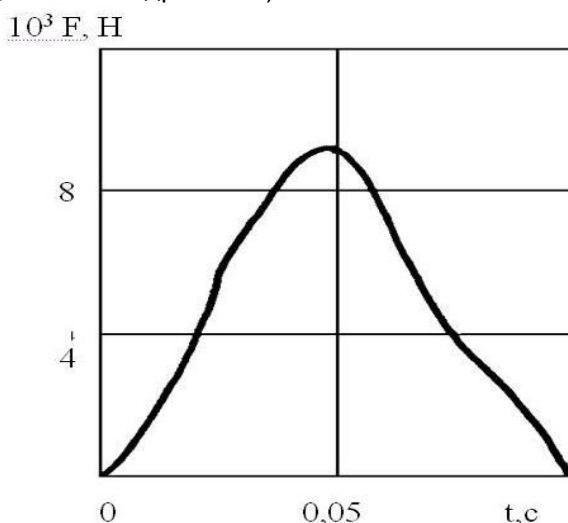


Рис. 5. Форма ударного импульса АРО

Математическая модель процесса взаимодействия элементов ходового оборудования с неровностями микрорельефа базируется на следующих допущениях: неровности микрорельефа носят случайный характер; элементы ходового оборудования имеют постоянный контакт с грунтом; скорость машины постоянна.

Неровности микрорельефа могут быть представлены стационарной и эргодической случайной функцией. При этом двумерная корреляционная функция микрорельефа дает исчерпывающую характеристику о микрорельефе

$$R(l_1, l_2) = \lim_{\substack{x_M \rightarrow \infty \\ y_M \rightarrow \infty}} \frac{1}{4x_M y_M} \int_{-x_M}^{x_M} \int_{-y_M}^{y_M} z_M(X_M, Y_M) \cdot z_M(X_M + l_1, Y_M + l_2) dX_M dY_M. \quad (8)$$

Неровности микрорельефа хорошо изучены и описаны функциями спектральных плотностей и нормированных спектральных плотностей. Известные модели микрорельефа были представлены в виде

$$\rho(l) = \sum_{i=1}^n A_{mi} e^{-\alpha_i |l|} \cdot \cos \beta_i l, \quad (9)$$

где $\sum_{i=1}^n A_{mi} = 1$; α_i – параметры,

характеризующие затухание корреляции; β_i – параметры, характеризующие периодичность корреляции.

В приложении к программе представлены численные значения нормированных корреляционных функций вертикальных координат поверхностей, по которым приходится перемещаться ЗМ. При моделировании процесса взаимодействия колеса с опорной

поверхностью учитывается нивелирующая (сглаживающая) способность шин.

Полученная таким образом математическая модель сложной динамической системы «динамические воздействия – землеройная машина – оператор» легла в основу программного продукта системы автоматизации проектирования виброзащитных систем землеройных машин.

Пользовательский интерфейс программного комплекса состоит из ряда последовательно открываемых окон (рис. 6), где в диалоговом режиме проектировщику необходимо сформировать, путем выбора моделей машины, внешних динамических воздействий и их сочетания, модель, наиболее полно отвечающую поставленной им задаче синтеза или анализа виброзащитной системы.

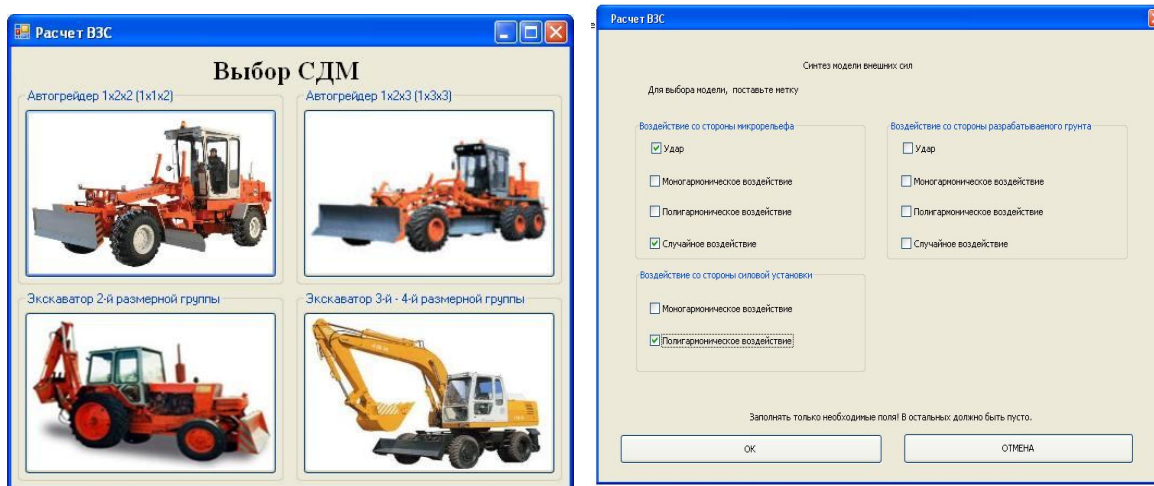


Рис. 6. Диалоговые окна программы расчета ВЗС ЗМ

Заключение

Созданный программный комплекс позволяет проводить анализ и синтез основных параметров существующих и перспективных виброзащитных систем землеройных машин

Библиографический список.

1. Корчагин, П. А. Снижение динамических воздействий на оператора автогрейдера в транспортном режиме [Текст]: монография / П. А. Корчагин, И. А. Чакурин, Е. А. Корчагина. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. – 195 с.

2. Корчагин, П. А. Снижение уровня угловых продольных колебаний экскаватора [Текст]: монография / П. А. Корчагин, Э. И. Шелепов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005.–92 с.

3. Корчагин, П. А. Снижение динамических воздействий на одноковшовый экскаватор [Текст]: монография / В. С. Щербаков, П. А. Корчагин. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2000.–147 с.

4. Корчагин, П. А. Снижение динамических воздействий на оператора автогрейдера на базе трактора ЗТМ-82 [Текст]: монография / П. А. Корчагин, А.И. Степанов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003.–84 с.

5. Савельев, С. В. Уплотнение грунтов катками с адаптивными рабочими органами [Текст]: монография. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 122 с.

SYSTEM OF AUTOMATION OF DESIGNING OF VIBROPROTECTION SYSTEMS OF EARTH-MOVING MACHINES

P. A. Korchagin

This article addresses the question about creation of system of automation of designing of vibroprotection systems of earth-moving machines

Keywords: vibration protection, vibration protection systems, mathematical modeling

Bibliographic list

1. Korchagin, P. A. Reduction of dynamic loads on the motor grader operator in transport mode [Text]: monograph / P. A. Korchagin, I. A. Chakyrin, E. A. Korchagin. - Omsk: Omsk in SibADI, 2009. – p. 195
2. Korchagin, P. A. Reduction of the level of angle of longitudinal vibrations excavator [Text]: monograph / P. A. Korchagin, I. Shelepov. - Omsk: Omsk in SibADI, 2005. - p. 92.

3. Korchagin, P. A. Reduction of dynamic loads on a single bucket excavator [Text]: monograph / V. Shcherbakov, P. A. Korchagin. - Omsk: Omsk in SibADI, 2000.is p. 147.

4. Korchagin, P. A. Reduction of dynamic loads on the motor grader operator on the basis of tractor ZTM-82 [Text]: monograph / P. A. Korchagin, A. I. Stepanov. - Omsk: Omsk in SibADI, 2003. – p. 84.

5. Savelyev, S. V., Soil compaction rollers with adaptive working bodies [Text]: monograph. - Omsk: Omsk in SibADI, 2010. – p. 122.

Корчагин Павел Александрович - доктор технических наук, профессор Каф. «Механика» Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основное направление научных исследований: развитие научных основ проектирования виброзащитных систем строительных и дорожных машин. Общее количество публикаций – 52. e-mail: korchagin_pa@mail.ru

УДК 004.896; 004.93'11; 004.032.26

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

И. В. Крысова, И. Л. Чулкова

Аннотация. Проведен анализ методов распознавания изображений, описана разработка эмулятора нейронной сети Хемминга для решения задач автоматизации классификации деталей по ЕСКД при конструкторско-технологической подготовке производства.

Ключевые слова: методы распознавания изображений, автоматизированное проектирование, нейронные сети, классификационная характеристика детали.

Введение

Современные системы автоматизированного проектирования, которые представлены линейкой продуктов CAD/CAM/CAE/PDM систем, в настоящее время позволяют автоматизировать большинство этапов конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Однако все же остался ряд рутинных процедур, выполнение которых ложится на плечи конструктора. В данной статье речь пойдет об операции классификации деталей. Классификационная характеристика является основной частью обозначения детали или изделия и их конструкторских документов, которая решает целый ряд актуальных задач от создания единого информационного языка для автоматизированных систем до унификации и стандартизации. Таким

образом, присвоение характеристики детали по ЕСКД - это обязательный и важный этап разработки конструкторской документации.

В настоящее время существует два способа классификации детали. Первый – это «ручное» присвоение характеристики с помощью классификатора ЕСКД. Этот способ основной на данный момент. Второй - экспертная система «Классификатор» компании «Аскон», которая основана только на вербальном описании деталей и выбора пользователем нужного изображения детали из имеющихся. Поиск нужного класса происходит в режиме «вопрос-ответ», а также просмотре текстового описания и эскизов. Т.е. распознавание изображений происходит пользователем системы.

Однако на данный момент активно развиваются различные методы

распознавания изображений и системы, построенные на их основе, с успехом решают такие задачи как идентификация отпечатков пальцев, роговицы глаза, анализ аэрокосмических снимков, мониторинг информационных потоков в компьютерной сети, обнаружение подделок, распознавание автомобильных номеров, рукописных текстов, отсканированных почтовых, платежных, финансовых и бухгалтерских документов. Т.е. методам распознавания образов стали доступны сложные задачи. В связи с этим необходимо рассмотреть возможность применения этих методов для автоматического распознавания характеристики детали тех классов, для которых есть иллюстрированные определители (классы 71-75) и нет необходимости описания их функциональных и параметрических особенностей.

Целью статьи является определение оптимального метода распознавания изображений для решения задач автоматизации классификации деталей по ЕСКД при КТПП.

Основная часть

Основные причины замены человеческого участия в задачах распознавания это освобождение человека от однообразных операций для решения других более важных задач и повышение качества и скорости принимаемых решений. Этим и обусловлена актуальность решаемых задач.

Различают три основных группы методов распознавания:

1. Статистические.
2. Структурные.
3. Нейросетевые.

Статистический подход основывается на математических правилах классификации, которые формулируются и выводятся в терминах математической статистики. Этот метод обеспечивает получение классификатора в тех случаях, когда известны плотности распределения для всех совокупностей образов и вероятности появления образов для каждого класса. В распознавании образов неизвестный объект для классификации представляется в виде вектора элементарных признаков.

Использование статистических методов классификации в распознавании образов возможно, когда для распознавания данных достаточно простых численных и символических признаков для описания объекта, таких как площадь символа, высота

и ширина описывающего прямоугольника, чтобы установить меры сходства образов.

В структурном распознавании символов сущность представляется в виде совокупности элементарных частей, их атрибутов и отношений наряду с глобальными признаками сущности. Ключевыми моментами данного подхода являются выбор непроектируемых элементов образа, объединение этих элементов и связывающих их отношений в грамматики образов и, наконец, реализация в соответствующем языке процессов анализа и распознавания.

Методы структурного анализа применимы в тех задачах, в которых важна информация, описывающая структуру каждого объекта, а от процедуры распознавания требуется, чтобы она давала возможность не только отнести объект к определенному классу (классифицировать его), но и описать те стороны объекта, которые исключают его отнесение к другому классу. Типичным примером таких задач служит распознавание изображений. В случае, когда объекты сложны и число требуемых признаков часто велико, описание сложного объекта в виде иерархической структуры более простых подобразов становится обоснованным.

Перспективной альтернативой традиционным методам решения задач распознавания образов являются нейронные сети (НС). Это активно развивающееся направление на сегодняшний день. Растут области применения нейронных сетей, появляются новые модели НС, существующие модели адаптируются для решения новых задач и т.д [2].

Искусственные нейронные сети – это математические модели, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [3].

Основные преимущества НС:

1) Решение задач при неизвестных закономерностях. Используя способность обучения на множестве примеров, нейронная сеть способна решать задачи, в которых неизвестны закономерности развития ситуации и зависимости между входными и выходными данными. Традиционные математические методы и экспертные системы в таких случаях неприменимы.

2) Устойчивость к шумам входных данных. Возможность работы при наличии большого числа неинформативных, шумовых входных сигналов. Нет необходимости

делать их предварительный отсев, нейронная сеть сама определит их малопригодность для решения задачи и отбросит их.

3) Адаптация к изменениям окружающей среды. Нейронные сети обладают способностью адаптироваться к изменениям окружающей среды. В частности, нейронные сети, обученные действовать в определенной среде, могут быть легко переучены для работы в условиях незначительных колебаний параметров среды. Более того, для работы в нестационарной среде (где статистика изменяется с течением времени) могут быть созданы нейронные сети, переучивающиеся в реальном времени. Чем выше адаптивные способности системы, тем более устойчивой будет её работа в нестационарной среде.

4) Потенциальное сверхвысокое быстродействие. Нейронные сети обладают потенциальным сверхвысоким быстродействием за счет использования массового параллелизма обработки информации.

5) Отказоустойчивость при аппаратной реализации нейронной сети. Нейронные сети потенциально отказоустойчивы. Это значит, что при неблагоприятных условиях их производительность падает незначительно. Например, если поврежден какой-то нейрон или его связи, извлечение запомненной информации затрудняется. Однако, принимая в расчет распределенный характер хранения информации в нейронной сети, можно утверждать, что только серьезные повреждения структуры нейронной сети существенно повлияют на её работоспособность. Поэтому снижение качества работы нейронной сети происходит медленно.

Искусственные нейронные сети предоставляют мощные гибкие и универсальные механизмы обучения, что является их главным преимуществом перед другими методами, указанными выше. Обучение избавляет от необходимости выбирать ключевые признаки, их значимость и отношения между признаками. Но, тем не менее, выбор исходного представления входных данных существенно влияет на качество решения. Нейронные сети обладают хорошей обобщающей способностью, то есть могут успешно распространять опыт, полученный на конечном обучающем наборе, на множество образов.

Нейронные сети могут быть обучены сложной структуре образов с меньшими затратами памяти, чем требуется для классификации структурными методами. Обучение избавляет от необходимости выбирать ключевые признаки и отношения между признаками. Параллельность работы нейронов обеспечивает быстрое и качественное распознавание образов.

Благодаря хорошей обобщающей способности искусственные нейронные сети могут успешно распознавать образы, не предъявляемые в обучении, а также быть устойчивыми к шуму во входных данных.

Анализ методов распознавания и указанные в литературе многочисленные случаи успешного использования искусственных нейронных сетей, а также перспективность их развития привели к выбору нейросетевого метода для классификации деталей по ЕСКД.

Рассмотрим типы НС и их возможности при распознавании изображений [1]:

Однослойные нейронные сети: обучаются восстанавливать подаваемые изображения. Подавая на вход тестовое изображение и вычисляя качество реконструированного изображения, можно оценить насколько сеть распознала входное изображение. Положительные свойства этого метода заключаются в том, что сеть может восстанавливать искажённые и зашумленные изображения, но для более серьёзных целей он не подходит. Для задач классификации с использованием частотных характеристик всего изображения используют однослойные НС, основанные на многозначных нейронах.

Многослойные нейронные сети (МНС): используются для непосредственной классификации изображений – на вход подается или само изображение в каком-либо искаженном виде, или набор ранее извлеченных ключевых характеристик изображения, на выходе нейрон с максимальной активностью указывает принадлежность к распознанному классу. Процесс обучения устанавливает соответствие подаваемых на вход образов с принадлежностью к определённому классу. Такой подход обеспечивает непосредственное сравнение сетью самих образов, но с увеличением числа классов время обучения и работы сети возрастает экспоненциально.

Сверточная нейронная сеть: обеспечивает частичную устойчивость к

изменениям масштаба, смещениям, поворотам и искажениям. Обучается такая сеть стандартным методом обратного распространения ошибки.

Наиболее распространённые нейронные сети, используемые для обработки изображений [4]:

- Нейронная сеть Хопфилда: является однослойной и полносвязной, её выходы связаны со входами. Сеть функционирует до тех пор, пока не достигает стабильного состояния, которое и будет являться её выходным значением. Применение такой НС в качестве ассоциативной памяти позволяет точно восстанавливать образы, которым сеть обучена, при подаче на вход искажённого образа.

- Нейронные сети Кохонена: обеспечивают топологическое упорядочивание входного пространства образов. В отличие от большинства других методов топологическое упорядочивание классов сохраняет на выходе подобие во входных образах.

- Когнитрон: своей архитектурой похож на строение зрительной коры, имеет иерархическую многослойную организацию, в которой нейроны между слоями связаны только локально. Когнитрон является мощным средством распознавания изображений, однако требует высоких вычислительных затрат.

- Неокогнитрон: является дальнейшим развитием идеи когнитрона и более точно отражает строение зрительной системы, позволяет распознавать образы независимо от их преобразований, вращений, искажений и изменений масштаба. Неокогнитрон может как самообучаться, так и обучаться с учителем. Неокогнитрон получает на входе двумерные образы, аналогичные изображениям на сетчатке глаза, и обрабатывает их в последующих слоях аналогично тому, как это было обнаружено в зрительной коре человека.

- Нейронная сеть Хемминга: представляет собой сеть с двумя обрабатывающими слоями: первый слой - слой Хемминга, второй слой - немного изменённая сеть Хопфилда. Сеть Хемминга реализует классификатор, базирующийся на наименьшей погрешности для векторов двоичных входов, где погрешность определяется расстоянием Хемминга. Идея работы сети состоит в нахождении расстояния Хемминга от тестируемого образа до всех образцов. Расстоянием Хемминга

называется число отличающихся битов в двух бинарных векторах. Сеть должна выбрать образец с минимальным расстоянием Хемминга до неизвестного входного сигнала, в результате чего будет активизирован только один выход сети, соответствующий этому образцу. Если в задаче ассоциативной памяти нет необходимости в том, чтобы нейросеть выдавала эталонный образец, а достаточно только номера образца, то для этих целей используется сеть Хемминга.

Для автоматизации операции классификации деталей по ЕСКД была выбрана нейронная сеть Хемминга. Сеть работает предельно просто и быстро. В модели использован один из самых простых алгоритмов формирования синаптических весов и смещений сети. В отличие от сети Хопфилда, ёмкость сети Хемминга не зависит от размерности входного сигнала, она в точности равна количеству нейронов. Сеть Хопфилда с входным сигналом размерностью 100 может запомнить 10 образцов, при этом у нее будет 10000 синапсов. У сети Хемминга с такой же ёмкостью будет всего лишь 1000 синапсов. Достоинством сети Хемминга считается небольшое количество взвешенных связей между нейронами. Многочисленные эксперименты доказали, что сеть Хемминга дает лучшие результаты, чем сеть Хопфилда.

Общий алгоритм распознавания для сети Хемминга состоит из четырёх частей: подача распознаваемого образа на входы сети, передача данных с первого слоя на второй, обработка данных вторым слоем, выбор распознанного образа.

Алгоритм работы первого этапа выглядит так:

1. Выбирается очередной нейрон.
2. Обнуляется его выход.
3. Изображение локализуется и приводится к нужному масштабу.
4. Локализованный образ поточно подаётся на входы i -го нейрона. Если k -я точка образа чёрная, то к значению выхода добавляется значение веса k -го входа, в противном случае его значение вычитается.
5. Значение выхода пропускается через функцию линейного порога.
6. Переход на шаг 1, пока не исчерпаны все нейроны первого слоя.

На втором этапе надо передать данные с выходов первого слоя на входы второго и в список результатов предыдущего прохода распознавания.

На третьем этапе начинает работу второй слой по следующей схеме.

1. Обнуляется счётчик итераций.
2. Запоминаются выходы нейронов в списке результатов предыдущего прохода.
3. Перебираются поочередно все нейроны.
4. Каждый нейрон принимает значения выходов всех нейронов, суммирует их, предварительно умножив на коэффициент (кроме случая, когда нейрон принимает своё же значение, которое остается без изменения).

5. Полученную сумму каждый нейрон посылает на свой выход.

6. Переход на шаг 2, пока выходы нейронов на текущей итерации не совпадут с выходами на предыдущей или пока счетчик числа итераций не превысит некоторое значение. Теоретически второй слой должен работать пока его выходы не стабилизируются, но на практике количество итераций искусственно ограничивают.

Последний шаг – выбор нейрона второго слоя с наибольшим значением на выходе. Его номер и есть характеристика детали.

Для проверки жизнеспособности метода, на его основе разработан эмулятор нейронной сети Хемминга для классификации деталей одного подкласса по ЕСКД. Растровое изображение детали (bmp-файл вида детали в разрезе, который дает наиболее полное представление о форме и размерах предмета) на входе преобразуется в нужный размер, локализуется и

представляется в виде бинарного вектора, который подается на вход сети. Выходным сигналом является непосредственно характеристика детали. Алгоритм обучения нейронной сети был адаптирован для данной задачи.

Эмулятор обучен на трех изображениях (рисунок 1), которые были взяты из иллюстрированного определителя деталей. В результате тестирования разработанной программы были сделаны следующие выводы:

- обучать сеть необходимо на нескольких вариантах изображений одной и той же характеристики (изображения разных видов детали);

- изображения с иллюстрированного определителя деталей не подходят для обучения сети, потому что они содержат такие элементы как линии разрыва, которых может и не быть на чертеже;

- такие элементы как пазы, фаски, линии обрыва мешают однозначной классификации, т.к. могут присутствовать в любом классе деталей;

- программа должна в качестве результата формировать характеристику детали не только с наибольшим значением нейрона на выходе, но и со значениями близкими к нему, причем характеристика детали должна сопровождаться её описанием и эскизом с классификатора ЕСКД;

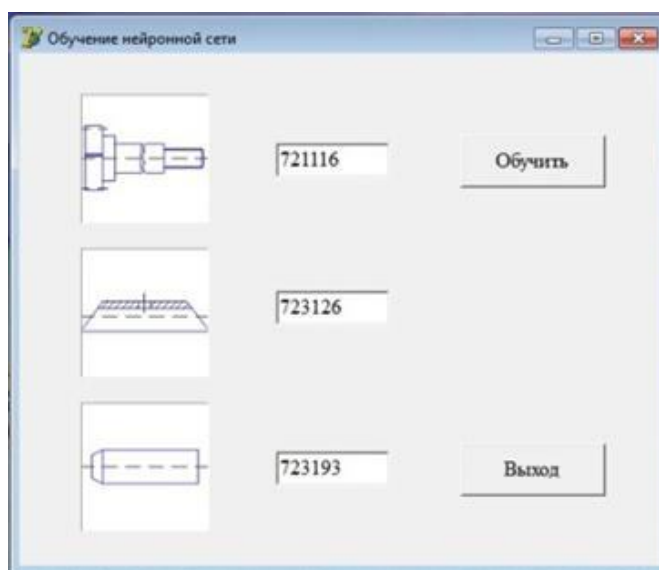


Рис. 1. Интерфейс эмулятора нейронной сети Хемминга для классификации деталей по ЕСКД

• данный метод подходит только в тех случаях, где нет необходимости описания функциональных и параметрических особенностей деталей.

Заключение

Дальнейшее развитие исследования предполагает устранение вышеперечисленных проблем и увеличение классов деталей для распознавания изображений. Но уже на данном этапе можно сказать, что описанная разработка позволит определить характеристику детали по её изображению, сократить время оформления конструкторской документации и, в случае интеграции классификатора с PLM-системой, автоматизировать процесс присвоения характеристики детали.

Таким образом, проведенный анализ показал, что нейронные сети обладают большими возможностями по распознаванию и классификации изображений, а разработанный эмулятор продемонстрировал работоспособность сети Хемминга для решения задачи присвоения характеристики детали, как этапа автоматизированного проектирования.

METHODS OF RECOGNITION OF GRAPHIC IMAGES FOR A PARTICULAR PURPOSE COMPUTER AIDED DESIGN

I. V. Krysova, I. L. Chulkova

The analysis methods for image recognition, described the development of a neural network emulator Hamming automation solutions for the classification of parts on a single system design documentation for design and technological preparation of production.

Keywords: methods of pattern recognition, computer-aided design, neural network, classification characteristic details.

Библиографический список

1. Крысова И. В., Обработка изображений с помощью нейронных сетей/ И. В. Крысова, С. В. Пасечник, П. С. Бугаенко // XXXIX Гагаринские чтения. Научные труды молодёжной научной конференции. Том 4. – М.: МАТИ, 2013. – С. 144-146.
2. Романова И. В. Интеллектуальные подсистемы САПР. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 62 с.
3. Хайкин С. Б. Нейронные сети: полный курс. – 2-е изд. Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.
4. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман. Перевод с английского – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.

Bibliographic list

1. Krysova I. V. Image processing using neural networks / I.V. Krysova, S. V. Pasechnik, P. S. Bugaenko / / XXXIX Gagarin'skie chteniy. Scientific works of youth scientific conference. Volume 4. – M.: MATI, 2013. - P. 144-146.
2. Romanova I. V. Intelligent CAD subsystem. – Omsk: Omsk State Technical University Publishing House, 2008. – 62 p.
3. Chaikin S. B. Neural networks: a complete course. - 2-e ed. tran. from English. – M.: Publishing House "Williams" 2006. – 1104 p.
4. Shapiro L. Computer Vision / L. Shapiro, J. Stockman. Translation from English – M.: BINOM. Knowledge Laboratory, 2006. - 752 p.

Крысова Ирина Викторовна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геометрия и САПР» Омского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – САПР, интеллектуальные САПР, интеллектуальные системы.

Чулкова Ирина Львовна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Строительные материалы и специальные технологии» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – состав, структура, эксплуатационные свойства минеральных вяжущих материалов, формирование структуры строительных композитов с использованием техногенного сырья.

УДК 629.76

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ВНУТРИ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ РАКЕТ

В. Ю. Куденцов, В. И. Трушляков

Аннотация. Проведено численное моделирование газодинамических потоков внутри типовых конструкций топливных баков ракет при проведении процесса газификации жидких остатков компонентов ракетного топлива. Проведена оценка режимов течения в пристеночной области различных типовых конструкций топливных баков.

Ключевые слова: топливные баки, моделирование, газодинамические потоки, режимы течения.

В работах [1,2] рассмотрено создание активных бортовых систем увода космических средств выведения с использованием энергетического ресурса жидких остатков компонентов ракетного топлива (КРТ), путём их низкотемпературной газификации.

Одной из основных научно-технических проблем реализации данной технологии является сложность математической модели расчёта процессов теплообмена в топливном баке в условиях малых гравитационных полей и неопределённости фазового и краевого состояния жидких остатков топлива в ёмкости.

Целью данной работы является моделирование газодинамических потоков газовой фазы и оценка их влияния на режимы течения при проведении процесса газификации в топливных баках ракет.

Постановка задачи

При определении режима функционирования систем газификации необходимо задание геометрических характеристик топливных баков и параметров ввода теплоносителя (ТН) в объём топливных ёмкостей.

Анализ типовые конструкции топливных баков ракет космического назначения (РКН) показал:

1) Длина топливных баков (при диаметре $D_6=2,4\div 4$ м.) первых ступеней лежит в диапазоне $L_6=7\div 12$ м.; вторых ступеней - $L_6=2\div 5$ м.; третьих ступеней ракет и разгонных блоков (РБ) - $L_6=1\div 2$ м.;

2) Топливные баки первых ступеней выполняются в виде цилиндрических или конусообразных баков со сферическими формами днищ; баки последующих ступеней РКН и РБ - в виде цилиндрических баков со сферическими формами днищ или имеют тороидальную форму;

3) Топливные баки могут иметь внутри объёма различные элементы конструкции (гасители колебаний, тоннельный трубопровод, заборные устройства и пр.).

4) Боковые поверхности топливных баков могут выполняться в виде: гладкой оболочки (баки верхних ступеней); в виде химического либо механического фрезерования или иметь продольно-поперечный силовой набор. Днища топливных баков выполняются в виде гладких оболочек.

Как видно из анализа типовых исполнений топливных баков РКН не существует единой универсальной конструкции, пригодной для оценки газодинамических параметров и проведения термодинамических расчётов. Для более точного расчёта необходимо задание полных тактико-технических характеристик топливных баков.

С целью определения качественной картины течения газовой фазы внутри ёмкости, моделирование газодинамических потоков проведём на примере типовых конструкций топливных баков имеющих цилиндрическую форму со следующими параметрами: для баков вторых ступеней – имеется гладкая обечайка бака; для баков первых ступеней – обечайка бака подкреплена силовым набором.

Согласно исследованиям [3] работа система газификации осуществляется в условиях малых гравитационных полей ($n_x=0,001\div 0,2$) и следующих параметрах: температура ввода ТН - $T_{вх}^{ТН} = 900 \div 1200$ °К; максимальное давление в ёмкости $p_6=2,7\cdot 10^5$ Па; рабочая температура протекания процесса газификации жидких остатков КРТ различна и составляет: для бака с кислородом (ж.) ($T_{кис}=220$ °К); для бака с керосином ($T_{кер}=380$ °К); для бака с азотным тетраоксидом (АТ) ($T_{ат}=332$ °К); для бака с

несимметричным диметилгидразином (НДМГ) ($T_{\text{ндмг}}=353 \text{ }^{\circ}\text{K}$); плотность газовой фазы $\rho_6=(2\div 5)\cdot 10^5 \text{ кг/м}^3$.

При численном моделировании принимались следующие допущения:

1) работа системы газификации жидких остатков топлива осуществляется при дозвуковой скорости ввода ТН в объём ёмкости;

2) процесс газификации протекает без химического взаимодействия между вводимым ТН и жидким остатком топлива;

3) двухфазные течения в газовой фазе отсутствуют;

4) газифицируемые жидкие остатки топлива равномерно распределены по внутренней поверхности ёмкости.

В качестве ТН может использоваться газ, генерируемый газогенераторами различного исполнения (твёрдотопливные, жидкостные одно – и двухкомпонентные). Рекомендуемые для проведения процесса газификации жидких остатков КРТ газогенераторы имеют отработанную конструкцию и широко применяются в изделиях ракетно-космической техники.

В зависимости от газифицируемого жидкого остатка топлива, параметры ТН

имеют следующие показатели [4]: газовая постоянная продуктов ТН $R_{\text{тн}}=240\div 260 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^{\circ}\text{K)}$; показатель адиабаты ТН $k=1,21\div 1,27$.

Скорость звука при параметрах ввода ТН в объём топливного бака определяется:

$$a_k = \sqrt{kR_{\text{тн}} T_{\text{вх}}^{\text{ТН}}} \quad (1)$$

Согласно зависимости (1) и среднестатистических параметров ТН, скорость звука лежит в диапазоне $a_k=511\div 629 \text{ м/с}$. В дальнейшем при моделировании примем, что скорость ввода ТН в ёмкость лежит в дозвуковой области.

Математическая модель и расчётные зависимости

Для технического моделирования течений ТН в объёме топливного бака применим метод, базирующийся на основе численного решения уравнений Навье-Стокса, осреднённых по Рейнольдсу.

Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (2)$$

Уравнение изменения количества движения

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{u_i' u_j'}), \quad (3)$$

где δ_{ij} – символ Кронекера ($i=j \rightarrow \delta_{ij}=1, i \neq j \rightarrow \delta_{ij}=0$); p, ρ – соответственно давление и плотность в газовой подушке ёмкости; x_i – декартовы координаты; u_i – компоненты скорости; $\overline{u_i' u_j'}$ – компоненты тензора рейнольдсовских напряжений; μ – коэффициент динамической молекулярной

вязкости.

В дополнение к уравнениям (2)-(3) используется двухпараметрическая k - ε модель турбулентности [5]. Уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и скорости её диссипации:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho k u_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] - \rho \varepsilon + \tau_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \varepsilon u_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} \tau_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad (5)$$

где k – турбулентная кинетическая энергия; ε – скорость диссипации турбулентной кинетической энергии; μ_t – коэффициент турбулентной вязкости.

Компоненты тензора напряжений

находятся из соотношения:

$$\tau_{ij} = -\rho \overline{u_i' u_j'} = \rho \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij},$$

Турбулентная вязкость вычисляется по формуле Колмогорова-Прандтля $\mu_t = \rho C_\mu k^2 / \varepsilon$. В уравнениях (4)-(5) модельные константы $C_{1\varepsilon} = 1,44$; $C_{2\varepsilon} = 1,92$; $C_\mu = 0,09$; $\sigma_k = 1,0$; $\sigma_\varepsilon = 1,3$.

В качестве начальных условий задавались:

1) параметры газовой фазы внутри ёмкости: плотность, температура, молекулярная масса, ускорение, процесс – изотермический, модель турбулентности k- ε ($\rho|_{t=0} = \rho_0$; $T|_{t=0} = T_0$; $M|_{t=0} = M_0$; $g|_{t=0} = g_0$);

2) параметры на входе для вводимого ТН и выходе газовой фазы из бака: скорость, температура ($u_{ТН}|_{t=0} = u_{ТН0}$; $u_{ГФ}|_{t=0} = u_{ГФ0}$; $T_{ТН}|_{t=0} = T_{ТН0}$).

На поверхностях топливного бака ставилось граничное условие непроницаемой, твёрдой стенки. Скорость на стенке равнялась нулю ($u_{ТН}|_n = 0$).

Оценку параметров теплообмена при газификации жидких остатков КРТ целесообразно проводить с использованием теории пограничного слоя на основе интегральных соотношений импульсов, энергии и диффузии [6], которые позволяют получить удовлетворительные результаты при относительной простоте решения.

В качестве определяющего параметра динамического слоя используется число Рейнольдса, определяемое по координате x.

$$Re_x = \rho_0 U_0 x / \mu_0 \quad (6)$$

где ρ_0 , U_0 , μ_0 – соответственно плотность, скорость и динамическая вязкость газового потока.

Отмечается, что переход от ламинарного пограничного слоя к турбулентному на плоской пластине происходит в диапазоне $(Re_x)_{кр} = (2 \div 5) 10^5$. Согласно данным [6] переходная область наблюдается при $(Re_x)_{кр} = 3,2 \cdot 10^5$.

Результаты и обсуждение

Численное моделирование газодинамических потоков движения ТН проводилось в программном комплексе «ANSYS CFX» на примере следующих типовых конструкций топливных ёмкостей:

- баки первых ступеней выполнены в виде цилиндрических баков со сферическими формами днищ, боковая поверхность - имеет силовой набор, днища выполнены в виде гладких оболочек;

- баки последующих ступеней выполнены в виде цилиндрических баков со сферическими формами днищ, боковая поверхность и днища – выполнены в виде гладких оболочек.

Для обоих вариантов возможно наличие внутри бака центральнорасположенного тоннельного трубопровода.

Расчётная область сетки состояла от 560 тыс. до 2,2 млн. ячеек. Начальные условия моделирования: для газовой фазы - $\rho_0 = 4$ кг/м³; $T_0 = 350$ °К; $M_0 = 28$ кг/моль; $g_0 = 10^{-4}$ м/с²; для вводимого ТН - $U_{ТН0} = 500$ м/с; $T_{ТН0} = 1200$ °К.

При процессе газификации состав газовой фазы в объёме топливного бака будет определяться секундными расходами ТН, подаваемого в объём ёмкости, газифицированным компонентом топлива и газом наддува, находящегося в объёме топливного бака до начала процесса газификации. Для начального времени процесса газификации коэффициент динамической вязкости газовой фазы равен $\mu_0 = (2,0 \div 2,2) 10^{-5}$ Па·с.

На рисунке 1 приведены картины линий тока газовой фазы в объёме топливного бака первой ступени для различных плоскостей.

На рисунке 2 приведены графики изменения осреднённых параметров скорости движения газовой фазы в пристеночной области топливного бака первой ступени для различных плоскостей.

Анализ моделирования газодинамических потоков внутри типовых конструкций топливных баков первой ступени показал:

1. Наличие силового набора и внутрибаковых устройств в виде тоннельного трубопровода координально меняет картину течения ТН в пристеночной области и длине тоннельного трубопровода. Векторы скоростей могут менять направление своего движения, в некоторых областях возможно турбулизация потока, отрывные течения, образование застойных зон и пр. Для расчётных зависимостей по определению коэффициентов теплоотдачи среднее значение угла набегания потока ТН к стенке по длине ёмкости составляет от 15 до 20 град.

2. За счёт неоднородностей линий тока наблюдается пульсационный характер распределения скорости движения ТН на пластине между силовым набором и длине тоннельного трубопровода;

3. Осреднённые параметры скорости в пристеночной области топливного бака и тоннельного трубопровода составляют:

- около цилиндрической обечайки - $0,01 \div 0,03$ от скорости ввода ТН в бак ($U_{ТН0}$), среднее значение - $0,015 U_{ТН0}$, с учётом заданных начальных параметров – 8 м/с;

• в районе верхнего и нижнего днища средняя скорость составляет $0,01U_{ТН0}$ (5 м/с).
 На рисунке 3 приведены картины линий тока газовой фазы в объёме топливного бака второй ступени для различных плоскостей.

На рисунке 4 приведены графики изменения осреднённых параметров скорости движения газовой фазы в пристеночной области топливного бака второй ступени для различных плоскостей.

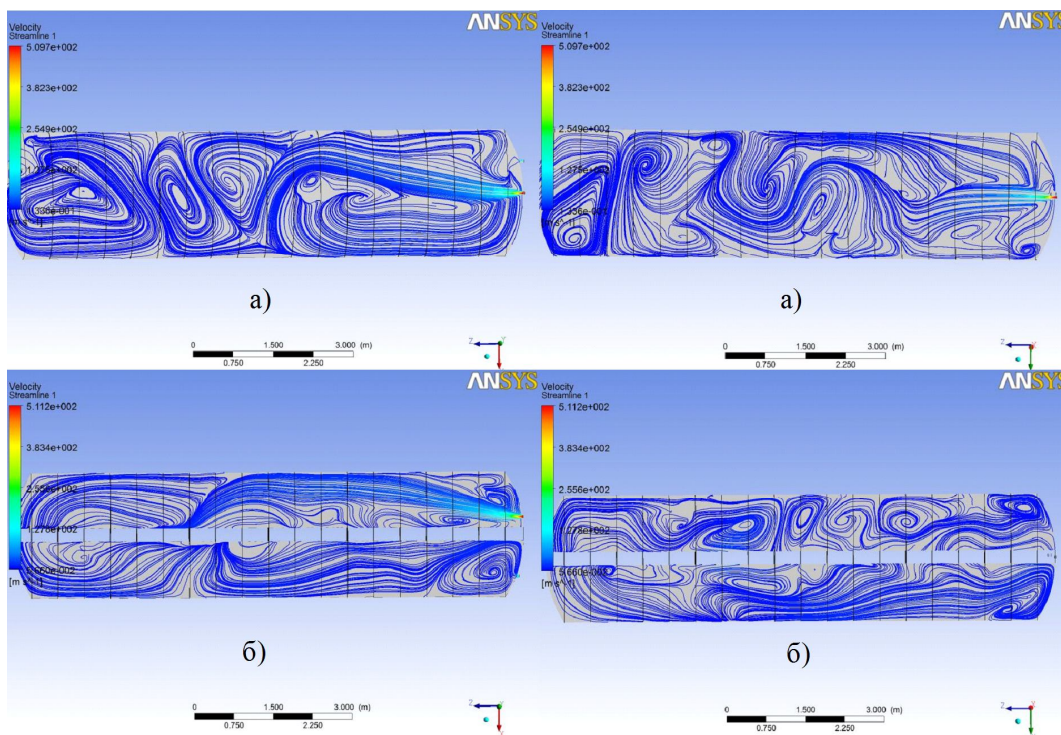


Рис. 1 . Картины линий тока газовой фазы в объёме топливного бака первой ступени для различных плоскостей (без туннельного трубопровода (а); с туннельным трубопроводом (б))

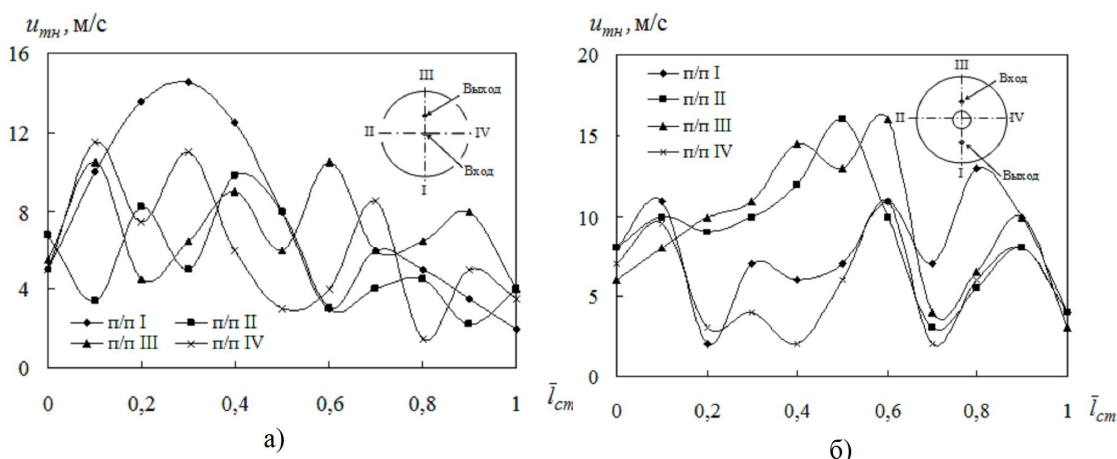


Рис. 2 . графики изменения осреднённых параметров скорости движения газовой фазы в пристеночной области топливного бака первой ступени для различных плоскостей (без туннельного трубопровода (а); с туннельным трубопроводом (б))

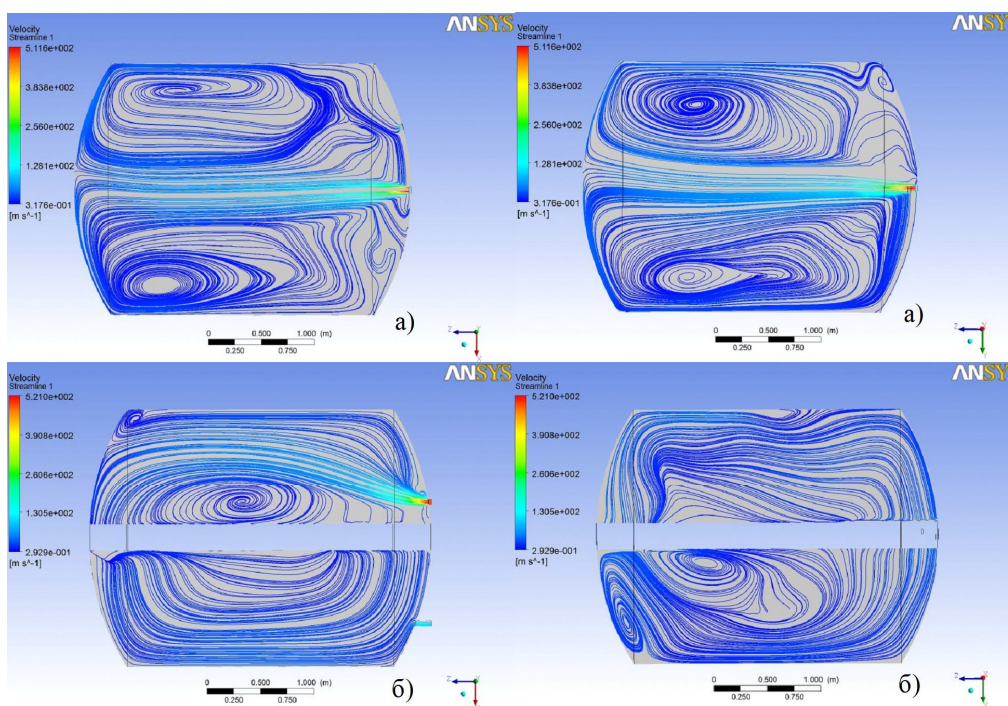


Рис. 3. Картины линий тока газовой фазы в объёме топливного бака второй ступени для различных плоскостей (без тоннельного трубопровода (а); с тоннельным трубопроводом (б))

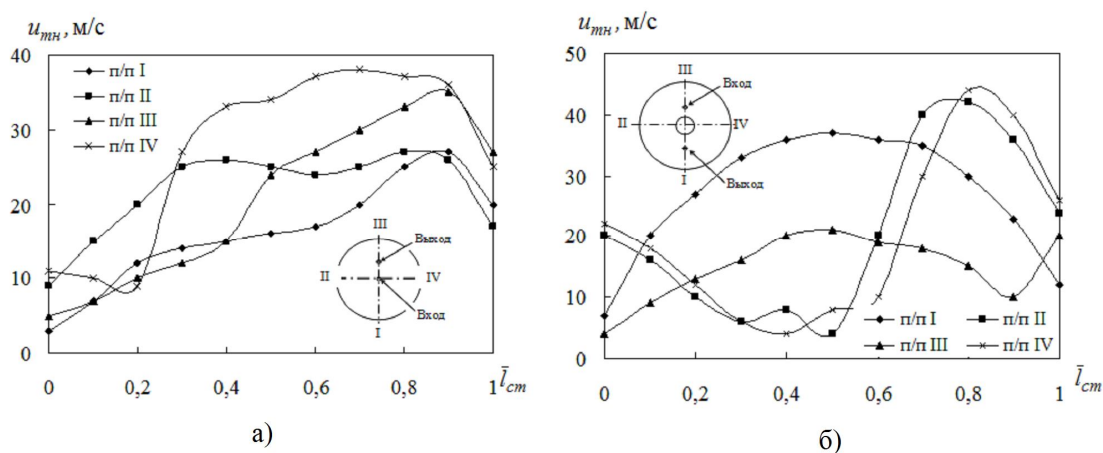


Рис. 4. графики изменения осреднённых параметров скорости движения газовой фазы в пристеночной области топливного бака второй ступени для различных плоскостей (без тоннельного трубопровода (а); с тоннельным трубопроводом (б))

Анализ моделирования газодинамических потоков внутри ёмкости показал:

1. Осреднённые параметры скорости в пристеночной области топливного бака составляют:

- около цилиндрической обечайки – $(0,02 \div 0,06)U_{ТН0}$, среднее значение - $0,05U_{ТН0}$, с учётом заданных начальных параметров – 25 м/с;

- в районе нижнего дна: для центральной области, находящейся напротив ввода ТН – средняя скорость составляет

$0,15U_{ТН}$, (75 м/с) для остальной части $0,1U_{ТН0}$ (50 м/с);

- в районе верхнего дна средняя скорость составляет $0,08U_{ТН0}$ (40 м/с).

2. При отсутствии тоннельного трубопровода, газодинамическая струя ТН достигает поверхности нижнего дна в центральной части, при наличии тоннельного трубопровода – область смещается к 3 полуплоскости. Для обоих случаев угол набегания потока ТН к поверхности близок к 90° , в остальной части ёмкости движение ТН

вдоль стенки можно считать плоскопараллельным.

3. Радиус площади теплообмена при угле натекания ТН близкого к составляет $(0,1 \div 0,15)R_6$.

Анализ режимов течения в пристеночной области топливного бака, в соответствии с зависимостью (6) показал:

1. Для баков первых ступеней область ламинарного течения при средних значениях скорости ТН составляет:

- для цилиндрической обечайки – 0,22 м., что составляет около 45 % от расчётной области (расстояние между силовым набором составляет 0,5 м.);

- для днищ ёмкости – 0,35 м., что составляет около 15 % от расчётной области (диаметр топливного бака $D_6=2,4$ м.)

Расчётная пристеночная область топливных баков первых ступеней имеет различные режимы течения с условием проницаемой стенки.

2. Для баков вторых ступеней область ламинарного течения составляет 0,07 м. – для цилиндрической части и $0,035 \div 0,044$ м. – для днищ баков, что составляет менее 3 % от расчётной области. Таким образом, режим течения в пристеночной области топливных баков вторых ступеней целесообразно принять турбулентным с условием проницаемой стенки.

Заключение

Численное моделирование газодинамических потоков внутри типовых конструкций топливных баков ракет при проведении процесса газификации жидких остатков КРТ позволило определить качественную картину процесса. На основе результатов моделирования сформулированы рекомендации по выбору параметров натекания струи ТН на поверхность теплообмена. Проведена оценка режимов течения в пристеночной области различных типовых конструкций топливных баков.

Полученные результаты теоретического исследования рекомендуются к использованию для расчёта параметров процесса газификации жидких остатков КРТ в топливных баках ракет.

Библиографический список

1. Научно-технические технологии в технике: энциклопедия: Т. 28 / Под общ. ред. А. Н. Котова; А. Н. Котов и др. – М.: ЗАО «НИИ «ЭНЦИТЕХ», 2010. – 383 с.

2. Куденцов В. Ю. Разработка бортовой системы снижения техногенного воздействия космических средств выведения на окружающую среду // В. Ю. Куденцов, В. И. Трушляков // Космонавтика и ракетостроение. – 2010. – №3(60). – С. 181-188.

3. Трушляков В. И. Газификация жидких остатков ракетного топлива в условиях малой гравитации // В. И. Трушляков, В. Ю. Куденцов // Полёт. – 2011. – №3. – С.33-40.

4. Беляев Н. М. Системы наддува топливных баков ракет / Н. М. Беляев. – М.: Машиностроение, 1976. – 336 с.

5. Launder B. E., Spalding D. B. The numerical computation of turbulent flows // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. - 1974. - № 2. – P. 269–289.

6. Теория теплообмена: Учебник для вузов / С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов и др.; Под ред. А. И. Леонтьева. – М.: Высш. школа, 1979. – 495 с.

GASDYNAMIC FLOW MODELING IN TYPICAL CONSTRUCTIONS OF ROCKET FUEL TANKS

V. Yu. Kudentsov, V. I. Trushlyakov

A numerical simulation of gas-dynamic flows within the typical designs of fuel tanks missiles at gasification of liquid remains rocket fuel components. The estimation of flow patterns in the wall of various generic designs of fuel tanks.

Keywords: fuel tanks, modeling, gasdynamic flows, flow regimes.

Bibliographic list

1. High Tech in technology: Encyclopedia: T. 28 / Ed . Ed. A. N. Kotov , A. N. Cats , etc. - M. : ZAO " NII " ENTSITEH ", 2010. - 383 p .

2 . Kudentsov V. Yu. Development of on-board systems to reduce the impact of man-made space launch vehicles on the environment // V. Yu. Kudentsov , V. I. Trushlyakov / / Space and rocket-building . - 2010 . - № 3 (60) . - P. 181-188 .

3 . Trushlyakov V. I. Gasification of liquid rocket fuel remains in a low gravity // V. I. Trushlyakov , V. Yu. Kudentsov // Flight . - 2011 . Number 3 - P.33 -40 .

4 . Belyaev N. M. Pressurization system fuel tanks missiles / N. M. Belyaev . - M.: Mechanical Engineering , 1976 . – 336 p .

5 . Launder B. E., Spalding D. B. The numerical computation of turbulent flows // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 1974 . Number 2 . P. 269-289 .

6. Theory of Heat and Mass Transfer : A Textbook for high schools / S. I. Isaev, I. A. Kozhinov , V.I. Kofanov and others, ed . A.I. Leontief. - M.: High School , 1979 . - 495 p .

Куденцов Владимир Юрьевич - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Авиа - и ракетостроение» Омского государственного технического университета. Область научных интересов: вопросы теплообмена, баллистика ракет. Имеет 72 публикации. e-mail: kvu_om@mail.ru

Трушляков Валерий Иванович - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Авиа - и ракетостроение» Омского государственного технического университета. Область научных интересов: вопросы общего проектирования ракет, баллистика ракет. Имеет 163 публикации. e-mail: vatrushlyakov@yandex.ru

УДК 514.742:631.3

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЕМЕШНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РЫХЛИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙЧАТОЙ РАЗВЕРТЫВАЮЩЕЙСЯ ПОЛОСЫ

А. С. Нитейский

Аннотация. В работе рассмотрено образование лемешной поверхности, устанавливаемой на стойке рабочего органа рыхлителя, состоящей из отсеков торсовых поверхностей, позволяющей управлять степенью крошения и оборота пласта почвы за счет выбора закона изменения угла рыхления от нижнего обреза лемеха до верхнего.

Ключевые слова: глубокорыхлитель, лемех, торсовая поверхность, линейчатая полоса, трехгранник Френе.

Введение

В теории инженерной геометрии существуют различные методы конструирования линейчатых поверхностей, основанные на их выделении из конгруэнции прямых и на других графо-аналитических методах [1, 2, 3, 4]. С целью аналитического конструирования лемешной поверхности предлагается способ образования линейчатых развертывающихся поверхностей на основе подвижного трехгранника Френе [5].

Основываясь на авторских свидетельствах [10, 11, 12] рассмотрим конструирование рабочего органа глубокорыхлителя, имеющего изогнутую цилиндрическую стойку с закрепленным на ней лемехом.

Лемешная поверхность рыхлителя проектируется в виде развертывающаяся линейчатой полосы, имеющей вогнутую форму и выполненной эквидистантно лобовому профилю стойки рыхлителя. Такой лемех имеет переменный по длине угол крошения, уменьшающийся от нижней части до верхней, где выполнено скругление кромки лемеха; он также имеет вогнутый профиль, соответствующий минимальной энергоемкости захвата и отведения пласта. Лемех осуществляет минимальный оборот агрегатов почвы в пласте, что способствует

равной пахоте и дополнительному крошению почвы. Все это приближает процесс рыхления к условиям минимальной обработки почвы.

В задаче математического моделирования конструкции лемеха возникает необходимость связать закон изменения угла крошения от положения точки на некоторой базовой кривой, положенной в основу образования лемешной поверхности. Математически описать образование такой поверхности можно, используя подвижный трехгранник Френе (ТФ) некоторой базовой плоской кривой, выполняющей роль поперечного профиля стойки. Поверхность лемеха конструируется как линейчатая развертывающаяся поверхность, образующая которой изменяется относительно подвижного трехгранника базовой кривой – лобового профиля стойки.

Математическое моделирование лемешной поверхности.

Пусть в точке A отрезка кривой линии, состоящего из ее обыкновенных точек, определен ТФ, в котором t , n , b – соответственно орты касательной, нормали и бинормали. Будем рассматривать образование линейчатой поверхности, орт l образующей которой проходит через точку A кривой (рис. 1.).

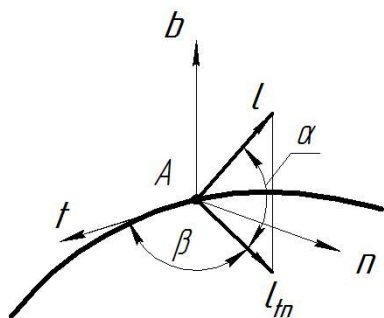


Рис. 1. Положение образующей l линейчатой поверхности.

Координатное положение орта определяется углами: $\alpha = |l|_{tn}$; $\beta = l_{tn} \wedge t$, где l_{tn} – ортогональная проекция орта l на соприкасающейся плоскости (t, n) кривой в точке A . Как известно, положение ТФ определяется натуральным параметром s кривой линии. Поскольку орт l связан с ТФ параметрами α и β , то принимаем, что каждый из них является функцией параметра s . В таком случае имеет место уравнение:

$$= (\cos \beta + \sin \beta) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha. \quad (1)$$

Известно, что необходимым и достаточным условием того, чтобы линейчатая поверхность была развешиваемой, является условие компланарности векторов [5]:

$$t \left(l, \frac{dl}{ds} \right) = 0. \quad (2)$$

Исходя из уравнения (1) и рассматривая случай плоской кривой, для уравнения (2) получаем:

$$\frac{d\alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} - k \cdot \operatorname{ctg} \beta \cdot ds - \operatorname{ctg} \beta \cdot d\beta = 0,$$

где k – кривизна кривой в точке A .

Выполним интегрирование обеих частей последнего уравнения:

$$\int \frac{d\alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} - \int k \cdot \operatorname{ctg} \beta \cdot ds - \int \operatorname{ctg} \beta \cdot d\beta = 0.$$

Поскольку $k \cdot ds = d\delta$, где $d\delta$ – приращение угла наклона δ орта t от его первоначального положения при $s = 0$, получаем:

$$\ln | \operatorname{tg} \alpha | = \int \operatorname{ctg} \beta \cdot d\delta + \ln | \sin \beta | + C. \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что если будет известна функциональная зависимость угла β от угла касательной δ , то после вычисления

интеграла в формуле (3) зависимость углов α , β и δ становится определенной. Пусть угол β меняется линейно, например, $\beta = m \cdot \delta$, где m постоянная скалярная величина. Это уравнение будет определять закон изменения угла рыхления от нижнего обреза лемеха к верхнему. В этом случае получаем $d\delta = d\beta/m$ и уравнение (3) принимает вид:

$$\ln | \operatorname{tg} \alpha | = \frac{\ln | \sin \beta |}{m} + \ln | \sin \beta | + C.$$

Откуда получаем решение для угла α :

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(e^C \cdot | \sin \beta |^{\frac{m+1}{m}} \right), \quad (4)$$

где $n \cdot \pi \leq \alpha < (2n+1) \cdot \pi/2$.

Найдем уравнения искомой поверхности для случая единичной окружности $= \cos t \cdot + \sin t \cdot$, в параметрических уравнениях которой t – текущий параметр, определяющий угловое положение радиус вектора ее точки относительно орта i . Поскольку угол β зависит от угла касательной δ окружности, а он определяется в случае единичной окружности как $\delta = t$, то получаем: $\beta = m \cdot t$. Формула (4), при $C=0$ принимает вид:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(| \sin(m \cdot t) |^{\frac{m+1}{m}} \right),$$

Изменяя коэффициент m , можно получить различные виды торсовых поверхностей (ТП). Лобовой профиль стойки, удовлетворяющей минимальным условиям рыхления, имеет вид логарифмической спирали [6, 7, 8]:

$$g = r \cdot e^{t \operatorname{ctg} t} + r \cdot e^{t \operatorname{tg} t}, \quad (5)$$

где r – параметр, зависящий от кривизны сечения долота и глубины рыхления.

Аппроксимируем кривую (5) дугами окружностей в пределах заданной точности. Аппроксимация точек логарифмической спирали (5) выполняется известным в инженерной геометрии радиусо-графическим способом, по заранее определенным узловым точкам [1]. Определим точки сопряжения из условия: $g' \cdot k = 0$, $g' \cdot k = 1$.

Выделив произвольно шесть точек на получившемся отсеке спирали, получим разбиение, показанное на рисунке 2.

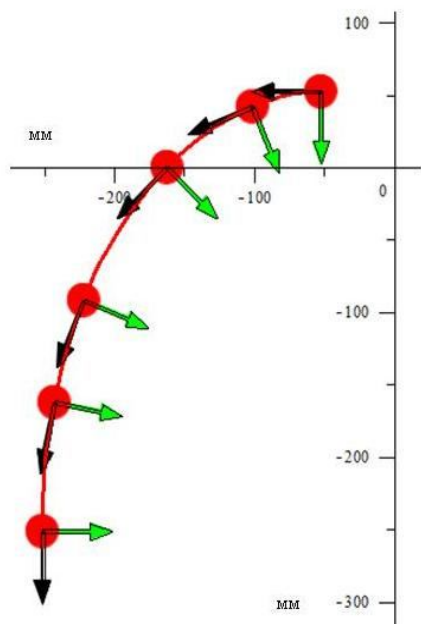


Рис. 2. Логарифмическая спираль при $r = 7$ и $t = [0; 2\pi]$, интерполированная сегментами окружности

На полученных сегментах окружностей строятся линейчатые развертывающиеся поверхности, которые затем приводятся в соприкосновение по первому порядку гладкости и образуют линейчатую полосу, представляющую поверхность лемеха. Уравнение искомого сегмента линейчатой полосы имеет вид:

$$L = g + I \cdot T,$$

где

$$= (\cdot \cos \beta + \cdot \sin \beta) \cdot \cos \alpha + \cdot \sin \alpha;$$

$$\alpha = \arctg \left(\left| \sin(mt) \right| \frac{m+1}{m} \right);$$

T – параметр положения точки на образующей.

Скалярный коэффициент m определяет вид закона изменения угла рыхления от параметра плоского профиля стойки. Он выбирается эмпирически в зависимости от того, как нужно наращивать угол крошения α и какое предельное значение для него принято (рис. 3.).

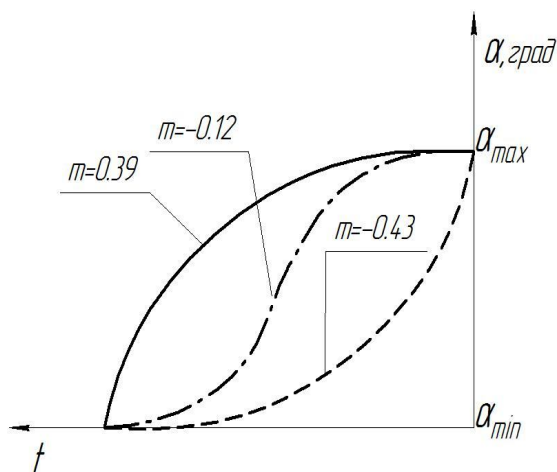


Рис. 3. График закона изменения угла рыхления α от нижнего обреза лемеха к верхнему

Из анализа графика зависимости угла крошения α и параметра t линейчатой полосы (рис. 3.) выбирается приемлемый участок изменения этого параметра, например $t = [0; 1,326]$ рад., где 1,326 рад. есть сумма углов, на которые опираются интерполирующие дуги окружностей, удовлетворяющий условию изменения величины угла $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}$ наклона образующей поверхности лемеха (угла крошения) к направлению движения рабочего органа.

После приведения параметризации в полученных уравнениях ТП к непрерывной области получим, что состыкованные сегменты линейчатой полосы будут иметь непрерывную параметризацию. Это гарантирует их соприкосновение нулевого порядка [9], т.е. пересечение. Порядок соприкосновения торсовых поверхностей определяется соприкосновением их стрикций [9]. Полученная линейчатая полоса имеет первый порядок гладкости, т.к. орты трехгранников стрикций ее сегментов параллельны и разнесены по общей образующей [9] (рис. 4.)

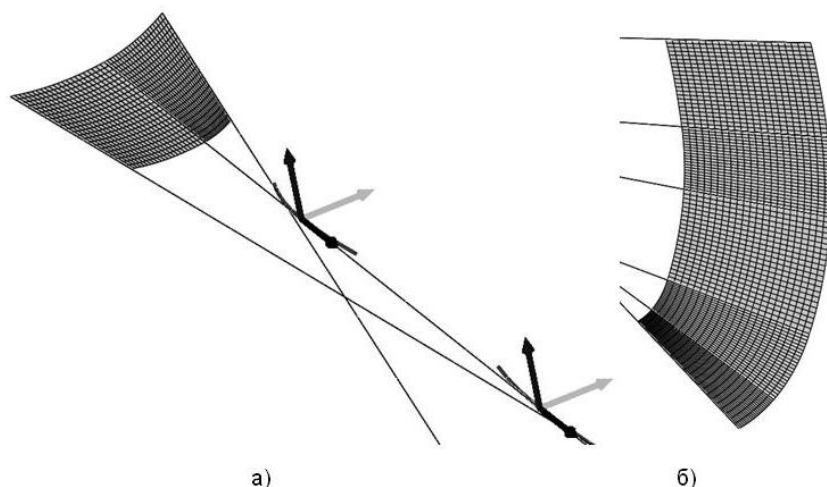


Рис. 4. а) Соприкосновение пары линейчатых сегментов; б) Линейчатая полоса, представляющая лемешную поверхность стойки при $m = -0.43$ и $\alpha_{\max} = 26^{\circ}$

Заключение

Расчеты и получение уравнений лемешной поверхности выполняются в системе Maple. Триангулированная в Maple поверхность затем распечатывается в структурированный текстовый файл «CSV» или в форматированный файл «TXT». После этого данные о линейчатой полосе могут быть

импортированы в практически любую САПР. В работе построение компьютерной модели лемеха было выполнено в системе Компас 3D. Импорт поверхности закругления наклонной стойки лемеха в Компас 3D выполняется при помощи выстроенной команды «Поверхность по сети точек» (рис. 5).

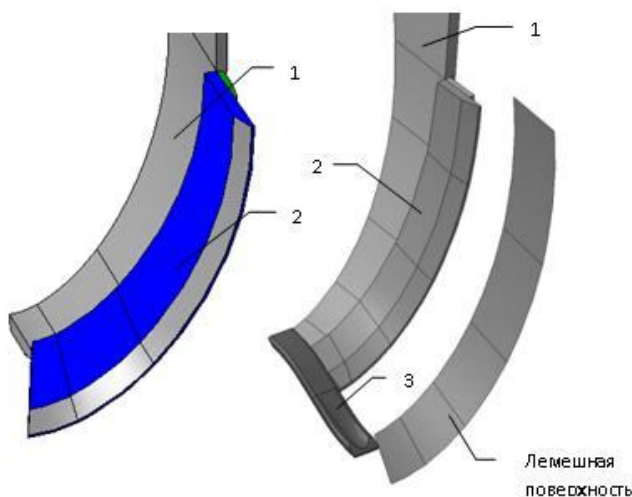


Рис. 5. Параметрическая модель рабочих органов рыхлителей с криволинейной стойкой 1, долотом 3 и лемехом 2, выполненная в САПР Компас 3D

Рассмотренный в работе математический алгоритм конструирования ТП прост в применении и позволяет в достаточной мере параметризовать получаемую лемешную поверхность.

Процедуры Maple, выполняющие расчеты линейчатой полосы, могут быть переписаны на свободно распространяемом языке Python

и исполняются как отдельно, так и в составе какой-либо системы, например Компас 3D. Благодаря наличию SDK (System Development Kit) и параметрическому моделированию, эта система позволяет создать параметрическую модели изделия, что ускоряет процесс моделирования и получения конструкторской документации.

Библиографический список

1. Иванов, Г. С. Теоретические основы начертательной геометрии: Учебное пособие / Г. С. Иванов. – М.: Машиностроение, 1998. – 158 с.
2. Михайленко, В. Е. Формообразование оболочек в архитектуре / В. Е. Михайленко, В. С. Обухова, А. А. Подгорный. – Киев: «Будівельник», 1972. – 208с.
3. Трухина, В. Д. Моделирование и анализ линейчатых технических поверхностей (на примере изделий сельскохозяйственного машиностроения) / В. Д. Трухина. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 1996. – 65 с.
4. Pottmann H., Wallner J. Computational Line Geometry. SpringerVerlag, Berlin 2001, 565 p.
5. Рашевский, П. К. Курс дифференциальной геометрии: учебник для гос. ун-тов / П.К. Рашевский. – 4-е изд., испр. - М.: Едиториал УРСС, 2003. – 428 с.
6. Ветохин, В. И. Малоэнергоемкие рыхлители почвы: форма продольного профиля / В. И. Ветохин // Тракторы и с.х. машины. – 1993. - № 6. - С.14-16.
7. Ветохин, В. И. Проектирование поперечного профиля стойки и ножа плуга-рыхлителя / В. И. Ветохин // Тракторы и с.-х. маш. - 1993. - № 11. - С. 19-20.
8. Ветохин, В. И. Обоснование формы и параметров рыхлительных рабочих органов с целью снижения энергозатрат на обработку почвы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01: защищена 12.02.91/ Ветохин Владимир Иванович. – М., 1992. – 26 с.
9. Панчук, К. Л. Элементы теории соприкасающихся линейчатых поверхностей / К. Л. Панчук, А. С. Нитейский // Вестник СибАДИ. – № 4(26). – 2012.– С. 84–90.
10. А. с. 1545953 СССР, МКИ А 01 В 13/08. Рабочий орган для без отвальной обработки почвы / Панов И. М., Ветохин В. И., Корабельский В. И. и др. - заявл. 23. 04. 86; опубл. 28. 02. 90, Бюл. № 8.
11. А. с. 1572426 СССР, МКИ А 01 В 13/08. Рабочий орган рыхлителя / Шишкарев В. Д., Брусиловский Ш. И. - № 4252204/30-15; заявл. 28.05.1987; опубл. 23.06.1990, Бюл. № 23.
12. А. с. 1303051 СССР, МКИ А 01 В 13/08. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия / Панов И. М., Кузнецов Ю. А., Павлов А. В. и др. - заявл. 23.02.83; опубл. 15.04.87, Бюл. № 14.

CONSTRUCTING CHISEL'S PLOWSHARE SURFACE DESIGNED ON DEVELOPABLE RULED SURFACE SEGMENTS

A. S. Niteisky

In this paper is consider the obtaining of ploughshare surface, mounted on the chisel, consisting of developable ruled surface sections, which allows controlling the degree of chopping and

soil inversion by choosing a law changing the angle of loosening of the lower to the upper cutoff plowshares.

Keywords: chisel, plowshare, developable ruled surface, line segment, Frenet trihedron.

Bibliographic list

1. Ivanov, S. Theoretical basis of descriptive geometry textbook / G. S. Ivanov. - M.: Mechanical Engineering, 1998. - 158 p.
2. Mikhaylenko, V. E. Shaping membranes in architecture / V. E. Mikhaylenko, V. S. Obukhov, A. Podgorny. - Kiev: "Budivelnik," 1972. -208 p.
3. Trukhina, V. Modeling and analysis of line of technical surfaces (for example, the products of Agricultural Engineering) / V. D. Trukhina. - Barnaul: Publishing House of the Altai State Technical University them. Il Polzunova, 1996. – 65 p.
4. Pottmann H., Wallner J. Computational Line Geometry. SpringerVerlag, Berlin, 2001, 565 p.
5. Rashevsky, P. K. Course of differential geometry textbook for the state. University Comrade / P. K. Rashevsky. - 4th ed., Rev. - Moscow: Editorial URSS, 2003. – 428 p.
6. Vetohin, V. I. Low-power cultivators of the soil: the shape of the longitudinal profile / V. I. Vetohin // Tractors and SH machine. - 1993. Number 6. P.14-16.
7. Vetohin, V. I. Design of cross-profile rack and blade plow, cultivator / V. I. Vetohin // Tractors and agricultural mach. - 1993. - № 11. - P. 19-20.
8. Vetohin, V. I. Justification form and parameters of ripping the working bodies in order to reduce energy consumption for tillage: Author. dis. ... Candidate. tehn. : 05.20.01: zaschischena 12.02.91 / Vetohin Vladimir Ivanovich. - M., 1992. – 26 p.
9. Panciuc, K. L. Elements of the theory of ruled surfaces in contact / K. L. Panciuc, A. S. Niteysky // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI). - Issue. 4 (26). - 2012. - P. 84-90.
10. A. p. 1545953 USSR, MKI A 01 B 13/08. The working body for no moldboard tillage / Panov I. M., Vetohin, V. I. Korabelsky etc. - appl. 23. 04. 86, publ. 28. 02. 90, Bull. Number 8.
11. A. p. 1572426 USSR, MKI A 01 B 13/08. The working body ripper / Shishkarev V. D. Brusilovski Sh. I. - № 4252204/30-15; appl. 05/28/1987, publ. 23.06.1990, Bull. Number 23.
12. A. p. 1303051 USSR, MKI A 01 B 13/08. The working body of tillage tool / Panov I. M., Kuznetsov A., Pavlov, V., et al - appl. 23.02.83, publ. 15.04.87, Bull. Number 14.

Нитейский Антон Сергеевич - аспирант кафедры "Инженерная геометрия и САПР" Омский государственный технический университет. Основное направление научных исследований – конструирование линейчатых поверхностей. Общее количество публикаций 4, E-mail: antongth@gmail.com

РАЗДЕЛ IV

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 338.46

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВУЗА НА РЫНКЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

О. П. Ковалева

Аннотация. *Статья посвящена анализу особенностей и составляющих конкурентоспособности вуза на рынке образовательных услуг. Автором рассмотрены специфические особенности управления образовательными услугами и разработаны основные направления повышения конкурентоспособности вуза с учетом ключевых тенденций развития рынка образовательных услуг.*

Ключевые слова: конкурентоспособность, рынок образовательных услуг, открытое образование, эффективное управление вузом.

Введение

Одной из важнейших характеристик функционирования любого вуза является конкурентоспособность, которая отражается занимаемой долей на рынке образовательных услуг и тенденциями ее изменения. Рассматривая и анализируя позиции вуза на рынке образовательных услуг, следует выделить две составляющих:

1) конкурентоспособность услуг – способность образовательных услуг, предлагаемых вузом, быть проданными на образовательном рынке в присутствии аналогов. Определяется, в основном, характеристиками образовательных услуг и продуктов (ценой, качеством, сервисом);

2) конкурентоспособность вуза – уровень потенциала, обеспечивающий возможность удержать или расширить занимаемую долю рынка в условиях конкурентной борьбы. Определяется как совокупность конкурентоспособности образовательных продуктов и услуг, а также управленческого, кадрового, технического и других потенциалов вуза.

Основная часть

Предлагаемые в сфере высшего профессионального образования услуги для поддержания конкурентоспособности учитывают следующие основные элементы: знания, умения, навыки, потребности личности, потребности общества, потребности государства, а также структуру и состав производителей и потребителей образовательных услуг. Таким образом, главная задача конкурентоспособного вуза –

определять нужды, потребности и интересы своих потребителей, приспособлять организацию к тому, чтобы в полной мере удовлетворять их, что позволит сохранять или увеличивать благополучие, как отдельных потребителей, так и общества в целом и обеспечивать долгосрочные выгоды. Кроме того, решая поставленные задачи необходимо продумывать и выстраивать управленческий процесс.

В свою очередь, при осуществлении процесса управления образовательными услугами необходимо учитывать их специфические особенности:

- соответствие преподавателя и студента, следовательно, конечный потребитель играет активную роль в процессе оказания образовательных услуг;

- открытость образовательных услуг для информационного, кадрового и других видов обмена;

- многоуровневость услуг по содержанию, причем каждый из уровней ориентирован либо на рынок в целом, либо на определенный сегмент и устаревает с разной скоростью;

- совпадение временных рамок выполнения образовательной услуги и ее потребления;

- отсроченный характер проявления результатов образовательного процесса;

- высокую степень значимости для потребителей и необходимость участия государства;

- участие большого количества специалистов в оказании услуг;

длительность образовательных услуг во времени. [1]

Учет специфики образовательных услуг позволит осуществлять процесс управления в сфере высшего профессионального образования наиболее эффективно, что положительно отразится на конкурентоспособности вуза. На наш взгляд, помимо учета специфических особенностей следует более пристальное внимание уделять стратегическим направлениям развития рынка образовательных услуг. В настоящее время к ключевым тенденциям на рынке образовательных услуг можно отнести следующие:

1. Демографический спад.
2. Переход к открытому образованию.
3. Возрастание роли информационных технологий.

В России рождаемость в девяностые годы имела тенденцию к снижению (вплоть до 1999 года). Таким образом, вузы уже несколько лет сталкиваются с проблемой набора студентов. Следовательно, серьезные проблемы с обеспеченностью трудовыми ресурсами на предприятиях и в организациях возникнут уже в ближайшие годы. Об этом убедительно свидетельствует возрастная структура населения России.

Минэкономразвития ставит под сомнение экономическое будущее страны из-за ухудшающейся демографической ситуации. По прогнозу министерства, к 2020 году трудоспособное население России сократится на 8-9% и составит 79-80 млн. человек против сегодняшних 87 млн. человек. Особо остро данная проблема стоит в небольших городах. По мнению экспертов, для городов, в которых нет своих учебных заведений, самым лучшим выходом будет подготовка специалистов непосредственно на предприятиях. [2]

В этой связи, предложены к внедрению два подхода. Первый - специальная подготовка должна вестись максимально приближенно к тем местам, где эти кадры востребованы. Вторым подходом к решению кадрового вопроса является разработка системы стимулов для профессорско-преподавательского состава. Кроме того, рассматривается вопрос о предоставлении бюджетных мест для студентов, которые будут обучаться в учебных заведениях, приближенных к предприятиям. Развитие данного направления подготовки специалистов может создать серьезную конкуренцию существующим вузам с учетом проблем демографического характера.

Не подлежит сомнению, что вузам необходима поддержка государства, причем не только финансовая, но и направленная на поднятие авторитета высшей школы. В этой связи, наиболее важными аспектами управления, направленными на повышение конкурентоспособности вузов являются следующие:

- целенаправленная деятельность всех субъектов по обеспечению становления, оптимального функционирования и обязательного развития каждого образовательного учреждения, всех звеньев и системы образовательных услуг в целом;

- основополагающая роль государства, которое, являясь одним из основных потребителей образовательных услуг, обеспечивает условия для доступности образования всем категориям населения и обеспечивает процесс управления образовательными услугами, путем создания и функционирования соответствующих структур;

- принимаемые управленческие решения, нацеленные на формирование и развитие способности к совместной, эффективной деятельности, постоянному развитию производителей и потребителей образовательных услуг в сфере высшего профессионального образования;

- осуществляемые управленческие воздействия, направленные не только на достижение финансово-коммерческого результата, но и учитывающие социальный эффект, который зависит от признания обществом значимости конкретного вуза;

- эффективное управление и достижение желаемой конкурентной позиции в сфере образовательных услуг наиболее успешно осуществляемые за счет формирования высокого уровня лояльности производителей и потребителей образовательных услуг.

Кроме того, необходимо выделить основные факторы эффективного управления вузом, обеспечивающие конкурентоспособность:

- гибкое руководство: оперативное реагирование на изменяющиеся потребности рынка образовательных услуг;

- стратегическое планирование: исходит из наличия у вуза нескольких сфер деятельности, и задачей его является оценка эффективности различных направлений с учетом состояния и перспектив развития рынка образовательных услуг;

- организационная структура: ориентация на развитие не отдельно взятых элементов, а системы в целом, с учетом необходимости постоянного обновления структуры, в соответствии с изменениями внешних и внутренних условий;

- информационное обеспечение: предоставление возможностей производителям и потребителям образовательных услуг для наиболее полного владения постоянно обновляющейся информацией;

- контроллинг: создание механизма по координации и оптимизации деятельности в условиях интернационализации и глобализации в сфере образовательных услуг, направленного на достижение целей вуза, повышение его экономической и социальной эффективности;

социальная среда: составляющие социальную среду материальные и социальные компоненты способны обладать системными качествами и оказывать воздействие на поведение и эффективное взаимодействие производителей и потребителей образовательных услуг. [1]

Формирование конкурентных преимуществ целесообразно осуществлять, опираясь на те качественные перемены в сфере высшего профессионального образования, которые вызваны расширяющимся процессом глобализации. Развитие процессов глобализации и интернационализации обострило внутренние проблемы функционирования российского рынка образовательных услуг такие как:

- учет постоянных изменений в управлении образовательными услугами, которое должно стать менее дорогостоящим, более эффективным, более предпринимательским и более ответственным;

- расширение автономии образовательных учреждений при сохранении гарантий обеспечения качества обучения;

- изменение в управлении ресурсами, направленными в сферу образовательных услуг, а также преодоление дипломной болезни как массовой установки на получение высшего образования;

- повышение качества образовательных услуг, исходя не только из внутренних, но и мировых критериев его оценки;

- приобретение российским образованием европейского измерения, формирование европейского сознания

молодежи, поддержка общечеловеческих ценностей, воспитание поведения, совместимого с политическим плюрализмом, законопослушностью и экономическим развитием, оказание помощи молодым людям в понимании глобальных процессов;

- модернизация кадров высшего образования, включая подготовку профессорско-преподавательского состава в соответствии с современным уровнем развития информационных технологий, глобальных коммуникаций, изменение статуса преподавателей в меняющемся мире, расширение свободы выбора методов преподавания;

- обеспечение гибкости процесса обучения, а также свободы индивидуума в выборе направлений обучения, курсов и преподавателей, создание условий для ответственности каждого студента за формирование и исполнение своего индивидуального учебного плана.

Следовательно, основной задачей, стоящей перед вузами в условиях глобализации образования, является подготовка конкурентоспособного поколения специалистов к управлению не просто изменившимся миром, а изменениями, происходящими в современном мире. В этой связи особую актуальность приобретает открытое образование, которое является системой обучения, доступной любому желающему, без анализа его исходного уровня знаний, использующей технологии и методики дистанционного обучения и обеспечивающая обучение в ритме, удобном студенту.

Система открытого образования позволяет практически реализовать ряд свобод:

- поступление в высшее учебное заведение без анализа исходного уровня знаний, без вступительных испытаний;

- составление индивидуальной последовательности модулей из системы учебных курсов соответствующей программы;

- свобода выбора преподавателя;

- прием на обучение в течение всего года, отсутствие фиксированных сроков обучения;

- самостоятельный выбор территории обучения.

При подготовке и реализации обучения в системе открытого образования у каждого обучающегося появляется возможность выбирать цели, содержание, способ, место и время обучения, а у вузов — возможность идти разными путями в предоставлении

образовательных услуг, соответствующих требованиям рынка труда и социальным потребностям.

Процессы информатизации современного общества и тесно связанные с ними процессы информатизации всех форм образовательной деятельности характеризуются процессами совершенствования и массового распространения современных информационных и коммуникационных технологий. Подобные технологии активно применяются для передачи информации и обеспечения взаимодействия преподавателя и обучаемого в современных системах открытого и дистанционного образования. Современный преподаватель должен не только обладать знаниями в области информационных и коммуникационных технологий, но и быть специалистом по их применению в своей профессиональной деятельности.

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию студентов и преподавателей на уровне, позволяющем решать, как минимум, три основные задачи:

– обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса, причем, желательно, в любое время и из различных мест пребывания;

– развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;

– создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний студентов и преподавателей с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Заключение

Таким образом, повышение конкурентоспособности вуза возможно, во-первых, при учете стратегических направлений развития рынка образовательных услуг и специфических

особенностей процесса управления образовательными услугами; во-вторых, при учете основных факторов эффективного управления вузом и правильной расстановке приоритетов; в-третьих, при разработке адаптационных мероприятий к процессам глобализации и интернационализации в высшем образовании.

Библиографический список

1. Дятлов С. А., Чекмарев В. В., Ковалева О. П. Формирование лояльности и мотиваций в системе управления образовательными услугами. Монография. – Кострома. – 2009. – 226 с.

2. Башкатова А. Демография загоняет Россию в экономический тупик. // Независимая газета. - № 042 (5806). 01.03.2013.

THE IMPROVING OF THE UNIVERSITY COMPETITIVENESS AT THE EDUCATIONAL MARKET

O. P. Kovaleva

The author analyzes the characteristics and components of the university competitiveness at the educational market. The author examined the specific features of management of educational services and developed the main directions of improving the university competitiveness using the key trends of the educational market.

Keywords: competitiveness, education market, open education, effective university management

Bibliographic list

1. Dyatlov, S. A., Chekmarev, V. V., Kovaleva, O.P. (2009) "The formation of loyalty and motivation in the educational services management", Kostroma.

2. Bashkatova, A. (2013) "Demography drives Russia's economic impasse", The Independent newspaper, March 01, Vol. 042 (5806).

Ковалева Оксана Петровна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, менеджмента и маркетинга ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет». Основное направление научных исследований: менеджмент и маркетинг образовательных услуг. Общее количество публикаций: 13. opkovaleva@list.ru

УДК 656.073 (574)

ГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

А. С. Койчубаев

Аннотация. *Статья посвящена вопросам развития региональной логистической системы, где даны рекомендации по формированию организационной схемы регионального логистического центра в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан.*

Ключевые слова: *Региональная логистика, приграничное развитие районов, региональные логистические центры, межрегиональный товарообмен*

Введение

В настоящее время потенциал республики не в полной мере задействован в системе международных грузопотоков, до конца не сформирована специализация основных международных транспортных коридоров, требуется повысить уровень сервисных услуг и качество транспортных путей в соответствии с международными стандартами, призванных обеспечить полноценное формирование транзитных грузопотоков по территории страны [3-5].

Интеграционные процессы ЕврАзЭС создают правовые, социально-экономические и другие необходимые условия для развития региональных логистических систем, в этой связи повышается значимость научно-методологических и прикладных вопросов развития региональной логистики приграничных регионов.

Основная часть

Региональная логистика объединяет экономику региона и логистический подход к организации товародвижения. Учитывая эти факторы, стоит вопрос о форме организации компании, и ее взаимодействия с органами власти, инвесторами, потребителями и др.

Мировой опыт предполагает формирование площадок двух типов: «greenfield» и «brownfield», данные о которых будут доступны потенциальным инвесторам в информационных ресурсах.

Инвестиционная площадка Brownfield — земельный массив с находящимися на нем неиспользуемыми зданиями и сооружениями, желательно наличие инженерных коммуникаций. Как правило, это земли промышленного назначения, что значительно упрощает процедуру землеотвода. Такие участки идеально подходят под инвестиционные проекты, предполагающие организацию производств.

Инвестиционная площадка Greenfield — земельный массив без строений, на котором раннее хозяйственная деятельность не велась, но возможность обеспечения инженерной инфраструктурой имеется. Этот тип участков подходит под инвестиционные проекты, направленные на развитие логистической и рыночной инфраструктуры.

Информация по инвестиционной площадке имеет четкий структурированный вид и является своеобразным паспортом. Создание качественных паспортов потенциальных объектов инвестирования позволит повысить конкурентоспособность территории в борьбе за инвестиционные ресурсы.

В паспорте должны быть отражены основные элементы инженерной, транспортной инфраструктуры (энерго -, газо-, водоснабжение, водоотведение, тип покрытия дорожного полотна, значение дорог) с указанием доступных мощностей, расстояния до источника подключения. А также целевое назначение участка, форма собственности, возможные варианты передачи в пользование и доступный объем трудовых ресурсов.

Для инвестора такая информация станет показателем компетентности и профессионализма представителей республиканских исполнительных органов власти, а также позитивным импульсом для вложения инвестиционных ресурсов в реальный сектор экономики, что является основополагающим фактором социально-экономического развития республики в целом и каждого населенного пункта в отдельности.

Для изучения опыта формирования логистического центра в ноябре 2012 года был осуществлен выезд на территорию Промышленно-логистического парка Новосибирской области (рис. 1.), который

основан на инвестиционной площадке типа Greenfield.

Промышленно-логистический парк Новосибирской области образован согласно распоряжению Губернатора Новосибирской области № 174-р от 06.06.2007 «О создании Промышленно-логистического парка».

Транспортно-логистический комплекс Новосибирской области является крупнейшим по масштабам в восточной части России и представляет собой уникальное сочетание всех видов транспорта с транзитной специализацией. Данный центр обладает стратегическими возможностями, это крупный региональный логистический парк, площадь которого, составляет 2000 га. Земли находятся в собственности открытого акционерного общества «Управляющая компания «Промышленно-логистический парк». Категория земель – земли промышленности.

Данная форма организации парка, позволяет обеспечить прозрачность своей деятельности, и уже на сегодняшний день, имеет большой инвестиционный потенциал, который восполняется ресурсами зарубежных и отечественных компаний.

Формирование на территории Восточно-Казахстанского региона в узлах транспортной сети регионального транспортно-логистического центра (РТЛЦ) обеспечит необходимые предпосылки для создания национальной транспортно-логистической системы и ее последующей интеграции с международной логистической системой грузо- и товародвижения. Положение и нынешняя инфраструктура позволяет сформировать логистический центр как на площадке типа Brownfield, так и Greenfield.

Анализ научных трудов ведущих зарубежных и отечественных ученых Прокофьевой Т. А., Сергеева В. И., Резер С. М., Тулендиева Е. Е. и др. в области проектирования и организации региональных транспортно-логистических систем сводится к интегральной концепции логистики [1, 2].

С позиции концепции интегрированной логистики, в качестве конечной цели осуществления транспортно-логистического процесса рассматривается максимальная и с наименьшими затратами адаптация на рынке в условиях жесткой конкуренции. При этом формируется система контроля и регулирования товароматериального потока, обеспечивающая надежность и непрерывность его продвижения с наименьшими совокупными издержками.

Для адаптации в условиях рынка необходимо:

1) быть ориентированным на рыночную стратегию, не ставя минимизацию расходов в отдельных звеньях логистической цепи в качестве единственного критерия, а рассматривая систему звеньев в целом;

2) оценивать эффект от применения логистических решений не только по отдельным показателям, но и по их влиянию на изменение конечных результатов деятельности – увеличение общей прибыли, повышение экономической заинтересованности участников транспортно-логистического процесса в увеличении производительности труда и максимизации системного (синергетического) эффекта.

Необходимым условием эффективного функционирования транспортно-логистической системы является, прежде всего, заинтересованность в ней всех ее участников: производителей, потребителей, экспедиторов, владельцев складов и терминалов, перевозчиков, дистрибьютеров, оптовых и других логистических посредников, а также их финансовая устойчивость, положение на рынке, качество предоставляемых услуг, наличие выгодных и стабильных заказов [6].

С учетом проведенного исследования разработана адаптированная графическая модель организационного взаимодействия, состоящая из функциональных и обеспечивающих систем (рис. 2.).

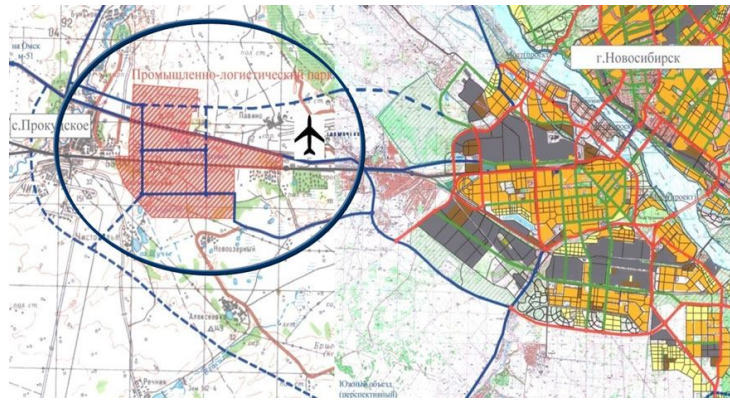


Рис. 1. Схема размещения Промыленно-логистического парка

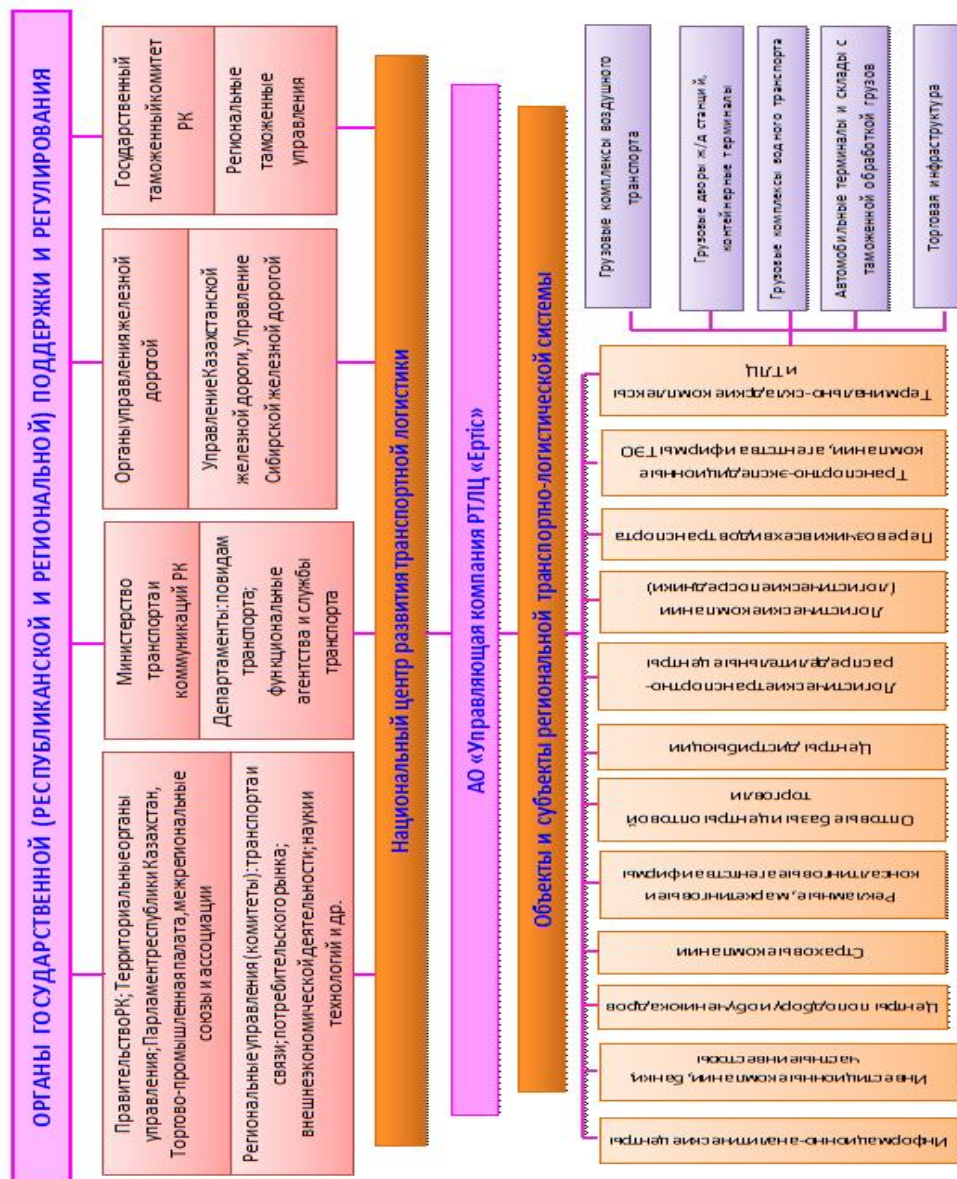


Рис. 2. Модель организационного взаимодействия транспортно-логистического центра

Особое место в организационной структуре региональной транспортной логистической системы занимают республиканские и территориальные органы управления, осуществляющие свои функции в согласовании с Национальным центром транспортной логистики и исполнительной дирекцией АО «Управляющая компания РТЛЦ «Ертіс», открытой для вхождения всех субъектов системы и функционирующая на коммерческой основе.

Заключение

Формирование и функционирование РТЛЦ «Ертіс» основано на развитие логистического управления процессом грузо- и товародвижения и требует создание эффективной системы государственной поддержки и регулирования, а также формирование соответствующих органов управления функционированием и развитием транспортно-логистической системы.

Статья выполнена в рамках гранта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по теме НИР «Региональные аспекты интеграции цепей поставок в перспективных условиях Единого транспортного пространства»

Библиографический список

1. Прокофьева Т. А., Лопаткина О. М. Логистика транспортно-распределительных систем: Региональный аспект. - М.: РКонсульт. 2003.
2. Тулендиев Е. Е. Научно-методические основы развития системы региональных транспортно-логистических центров (на примере Республики Казахстан): дис. ...канд. экон. наук: 08.00.05. Институт исследования товародвижения на конъюнктуры оптового рынка (институт ИТКОР). М., – 2009. – 229 с.
3. Хаирова С. М. Внедрение интегрированных моделей оптимизации цепей поставок и формирование логистического сервиса в транспортных системах // Вестник СИБАДИ. – Омск: СИБАДИ. – 2013. - №4(32). – С. 163-171.
4. Хаирова С. М. Региональная и межрегиональная логистика приграничных регионов России и Казахстана: современные аспекты развития // Вестник СИБАДИ. - 2013. – № 2 (30). -С. 119 -121.
5. Хаирова С. М. Региональные аспекты интеграции цепей поставок в перспективных условиях Единого транспортного пространства / С. М. Хаирова, А. С. Койчубаев // Омский научный вестник. - 2012. – №4 (111). –С. 68-69.
6. Шабарова Э. В. [Электронный ресурс]. Концепции и предпосылки формирования транспортно-логистических центров в Западной Европе. 2010. URL:http://www.nbu.gov.ua/Portal/Soc_Gum/VSUNU

/2010_10_2/Schabarov_E.pdf [Дата обращения 18.10.2012]

GRAPHIC MODEL OF THE ORGANIZATION OF MANAGEMENT COMPANY OF THE REGIONAL TRANSPORT AND LOGISTIC CENTER

A. Koychubayev

Article is devoted to questions of development of regional logistic system where are made recommendations about formation of the organizational scheme of the regional logistic center in the East Kazakhstan region the Republic of Kazakhstan

Keywords: Regional Logistics, border areas development, regional logistics centers, inter-regional exchange of goods

Bibliographic list

1. Prokof'eva T. A. Lopatkina O. M. Logistics of transport and distributive systems: regional aspect. - M.: RKonsult. 2003.
2. Tulendiev E. E. Scientific and methodical bases of development of system of the regional transport and logistic centers (on the example of the Republic of Kazakhstan): diss. ...cand. econ. science: 08.00.05. Institute of research of merchandising on environments of the wholesale market (ITKOR institute). M., – 2009. – 229 c.
3. Khairova S. M. Introduction of the integrated models of optimization of chains of deliveries and formation of logistic service in transport systems // Vestnik SibADI: The scientific reviewed magazine. – Омск: SibADI. 2013. – №4(32). –P.163-171 .
4. Khairova S. M. Regional and interregional logistics of border regions of Russia and Kazakhstan: modern aspects of development / S. M. Khairova, A. S. Koychubayev // Vestnik SibADI. - 2013. - №2 (30). – P. 119-121.
5. Khairova S. M. Regional aspects of integration of chains of deliveries in perspective conditions of Uniform transport space / S. M. Khairova, A. S. Koychubayev // Omskij nauchnyj vestnik - 2012. - №4 (111). - Омск. – P. 68-69.
6. Shabarova E. V. [online]. Concepts and preconditions of formation of the transport and logistic centers in Western Europe. 2010. URL:http://www.nbu.gov.ua/Portal/Soc_Gum/VSUNU /2010_10_2/Schabarov_E.pdf [Accessed date 18.10.2012]

Койчубаев Александр Сергеевич - старший преподаватель кафедры «Менеджмент и маркетинг», «Государственный университет имени Шакарима города Семей» (г. Семей, Республика Казахстан). Основные направления научной деятельности - региональная логистика, инновационное развитие региона, экономика региона. Общее количество опубликованных работ: 11. e-mail: koychubayev_as@mail.ru

УДК 334.7

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В УСЛОВИЯХ СТАНОВЛЕНИЯ «КОНТАКТНОЙ» ЭКОНОМИКИ

А. Е. Миллер, Б. А. Федянин

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению взаимодействия промышленных предприятий России с субъектами внешней среды. Определяется содержание понятия «контактная» экономика» как результат постиндустриального периода функционирования мировой хозяйственной системы. Особое внимание уделено исследованию контактов предприятий обрабатывающих производств.

Ключевые слова: «контактная» экономика, промышленное предприятие, внешняя среда предприятия.

Введение

Нарастающие процессы глобализации увеличивают количество и частоту установления различных деловых взаимодействий субъектов экономики. Ориентация на развитие бизнеса, на повышение капитализации производства приводит к расширению списка деловых контактов, а функционирование предприятия в конкурентной среде подталкивает к необходимости отслеживания их качества.

В этой связи, формирующийся в настоящее время постиндустриальный этап развития мирового хозяйства характеризуется, среди прочего, становлением «контактной» экономики в рамках и вследствие бурного развития и усиления значимости сферы услуг и информационно-интеллектуального компонента в деятельности хозяйствующих субъектов.

Новизна тематики «контактная» экономика» определяется отсутствием научных публикаций по данной проблематике в современной литературе. Научная задача статьи сводится к обоснованию содержания «контактной» экономики с помощью научных методов конструирования понятий, аргументации и логики, а также к изучению функционирования российских промышленных предприятий в условиях ее становления, используя метод анализа статистических материалов.

Основная часть

«Контактная» экономика – это срез постиндустриального сервисно-информационного экономического развития мирового хозяйства по степени интенсификации контактов хозяйствующих субъектов с рыночными и общественными институтами.

«Контактная» экономика представляет собой одно из проявлений современного этапа экономического развития, характеризующегося увеличением объема и плотности деловых взаимосвязей хозяйствующих субъектов. К предпосылкам (факторам), обуславливающим становление «контактной» экономики, относятся следующие:

- 1) увеличение числа хозяйствующих субъектов;
- 2) увеличение числа контактов хозяйствующих субъектов с субъектами внешней среды;
- 3) развитие информационно-коммуникационных технологий взаимодействия хозяйствующих субъектов.

Следует отметить, что в России «контактно ориентированная» экономика проходит в настоящее время стадию становления.

Так, относительно увеличения числа хозяйствующих субъектов можно указать, что в РФ общее количество официально зарегистрированных предприятий и организаций в 2005-2011 гг. возросло с 4767,3 тыс. до 4866,6 тыс. единиц [3]. Соответственно, можно сделать вывод об увеличении деловых взаимодействий организаций страны с субъектами как бизнес-сферы, так и с государственными и социальными организациями.

Что касается второго фактора становления «контактной» экономики, то современная организация взаимодействует с огромным числом субъектов внешней среды, которые можно условно разделить на следующие группы:

1. Рыночные субъекты:
 - поставщики материальных ресурсов;
 - потребители;

- партнеры по бизнесу (в том числе, зарубежные);

- организации, предоставляющие различного рода услуги (финансовые, юридические, технические, медицинские, кадровые, консультационные, телекоммуникационные, транспортные, коммунальные и т.п.) и т.п.

2. Органы государственного и муниципального управления и надзора:

- профильные министерства РФ;
- министерства и ведомства субъекта федерации и т.п.

3. Государственные институты:

- налоговая служба;
- фонды социального страхования;
- Роспотребнадзор;
- служба занятости и т.п.

4. Учебные заведения и научные организации:

- высшие учебные заведения;
- средние специальные учебные заведения;
- научно-исследовательские институты и т.п.

5. Общественные организации:

- общества инвалидов;
- общества ветеранов;
- подшефные организации и т.п.

О проявлении информационно-коммуникационного фактора «контактной» экономики в РФ можно судить, в частности, по данным выборочного обследования организаций, проведенного Росстатом, из которых следует, что только треть

отечественных организаций имеет веб-сайты в сети Интернет [3]. По данным на 2010 г. лишь 15 % российских организаций продавали товары (работы, услуги) с помощью глобальных сетей, покупали – 23 %. Для сравнения: в Германии данные показатели составляют соответственно 22 % и 40 %, в Дании – 25 % и 48 %, в Швеции – 24 % и 53 % [4].

Несколько лучше обстоит дело с электронными контактами хозяйствующих субъектов РФ с органами власти и государственными институтами. Так, 67 % организаций используют Интернет для взаимодействия с органами власти (по предоставлению заполненных форм), что сопоставимо с усредненными показателями стран Евросоюза [4]. По данным Федеральной налоговой службы на 2012 год, 76 % налогоплательщиков представляют налоговые декларации (расчеты) в электронном виде. При этом, по расчетам экспертов, постепенно сокращается время, потраченное на уплату налогов: если в 2010 году оно составляло 448 часов, то 2012 году – 290 часов [5].

Отдельно хотелось бы рассмотреть вопрос становления «контактной» экономики применительно к важнейшей отрасли российской экономики – промышленному производству. Удельный вес промышленности в ВВП РФ составляет 30,5 % (2011 г.), в данном секторе трудится пятая часть занятого населения страны (таблица 1).

Таблица 1 - Основные характеристики промышленности РФ [2]

Показатели промышленности	Значения показателей
Удельный вес в ВВП страны, %	30,5
Численность работников отрасли, в % к занятым в экономике	19,6

За период 2005-2011 гг. число предприятий и организаций промышленности изменялось разнонаправлено в зависимости от вида экономической деятельности. Так, промышленных организаций сектора «Добыча полезных ископаемых» стало за рассматриваемый интервал больше на 18,5 %, а сектора «Производство и распределение электроэнергии, газы и воды» – на 67,8 %, при этом сектор «Обрабатывающие производства» уменьшился на 15,6 % [2]. Несмотря на рост числа хозяйствующих субъектов первых двух секторов, в абсолютном выражении число промышленных предприятий РФ уменьшилось почти на 60 тыс. единиц.

Следует отметить, что потеря 75 тыс. промышленных предприятий обрабатывающих производств за 7 лет – достаточно серьезный сигнал, свидетельствующий о продолжающемся перекосе структуры промышленности РФ в сторону сырьевых отраслей. К сожалению, вести бизнес в области промышленной переработки по-прежнему сложно по нескольким причинам, определяющими из которых являются высокие цены на сырьевые ресурсы, низкий платежеспособный спрос на промышленную продукцию, а также слабые государственные организационно-управленческие механизмы регулирования промышленного производства. В итоге, часть

обрабатывающих производств прекращают свою деятельность, другая часть становится объектом процессов слияния и поглощения.

В целом, в настоящее время промышленность страны переживает стадию стагнации, по данным на август 2013 г. промышленное производство РФ показало нулевой прирост, что, учитывая 6-8 %-ное увеличение данной отрасли экономики в начале 2000-х годов, закладывает негативные предпосылки для инновационного развития обрабатывающих производств. Вместе с тем, можно констатировать разнонаправленное функционирование конкретных секторов промышленности, выделив отрасли «роста» и отрасли «падения». К первым сейчас относится химическое и нефтехимическое производство, а также производство пластмассы и стройматериалов, ко вторым – производство машин, оборудования, транспортных средств, электроники и бумаги. Однако ключевые проблемы для всей промышленности страны, в первую очередь,

переработки, в целом одинаковы – зависимость от цен на сырье и низкая платежеспособность.

Относительно взаимодействия производственных субъектов с внешней средой следует отметить, что в 2011 г. 1032 российские промышленные организации, представляющие добывающие, обрабатывающие производства, а также производство и распределение электроэнергии, газа и воды, участвовали в совместных проектах по выполнению исследований и разработок как с отечественными партнерами, так и организациями из других стран (рис. 1.). Превышение суммарного числа контактов из данного рисунка 1 над общим количеством организаций-участников (1032) объясняется реализацией некоторыми организациями совместных проектов одновременно с представителями разных стран из представленных групп.

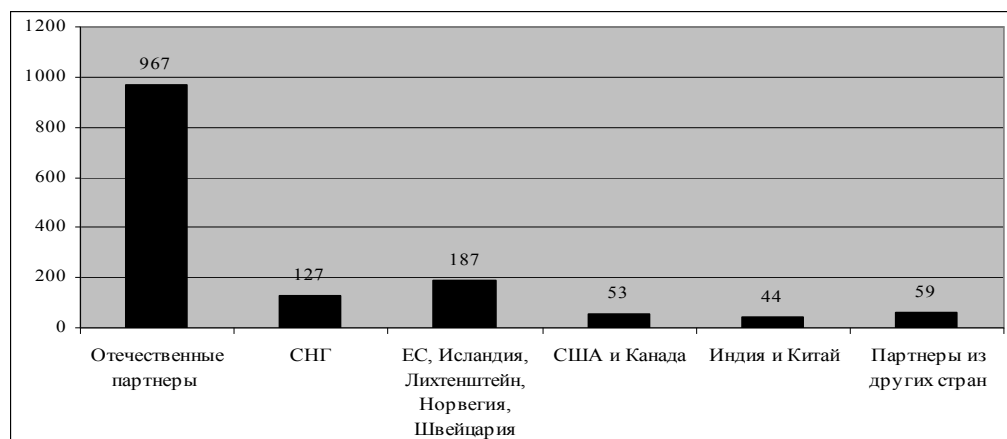


Рис. 1. Число российских организаций-участников совместных проектов по выполнению исследований и разработок с отечественными и зарубежными партнерами в 2011 г. [1, с. 190-191]

Примечательно также то, что 78,8 % организаций-участников совместных проектов по выполнению исследований и разработок осуществляли технологические инновации, что говорит о востребованности подобного рода разработок для осуществления отечественными промышленными организациями инновационного технико-технологического развития. Данный тезис подтверждает также тот факт, что доля таких «инновационно ориентированных» организаций, взаимодействующих с отечественными партнерами, т.е. организациями, тоже испытывающими

потребность в подобного рода исследованиях и разработках, еще выше, составляя 79,8 % [1, с. 190-191].

Важнейшей предпосылкой становления контактной экономики является развитие информационно-коммуникационных технологий, опосредующих бизнес-контакты промышленных организаций и способствующих их увеличению.

Как показывает статистика, современные отечественные промышленные предприятия все чаще используют опосредованное электронное взаимодействие со своими поставщиками и потребителями. Так, за 7 лет

(с 2005 по 2011 гг.) доля организаций обрабатывающих производств, использующие сеть Интернет для связи с поставщиками, увеличилась на 9 %, для связи с потребителями – на 5 %. В настоящее время более 40 % перерабатывающих

организаций взаимодействуют со своими поставщиками (размещение заказов на товары) и потребителями (получение заказов на выпускаемые товары) через Интернет (см. рис. 2.).

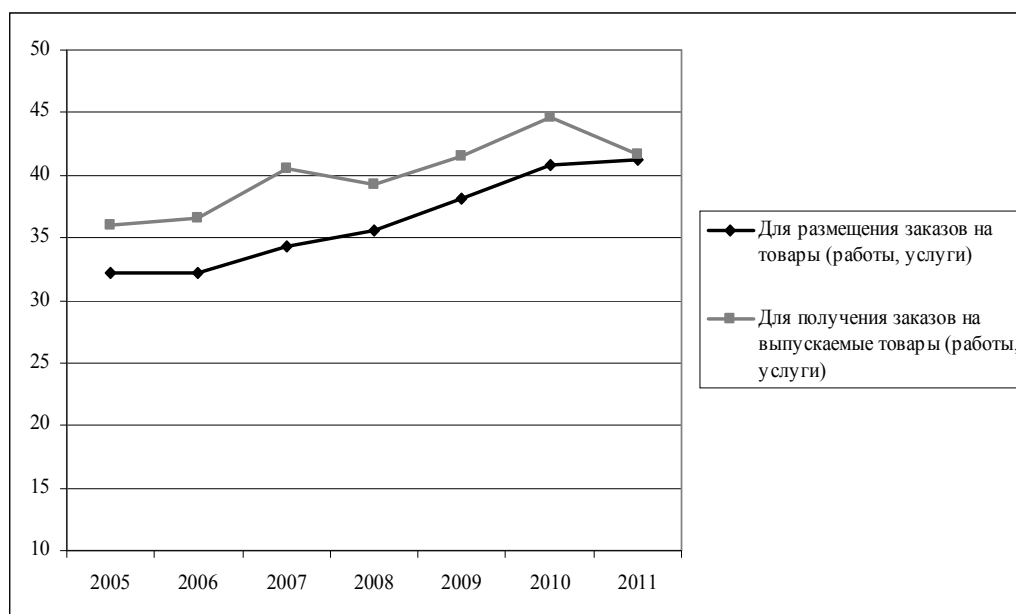


Рис. 2 . Доля организаций обрабатывающих производств, использующие сеть Интернет для связи с поставщиками и потребителями товаров (работ, услуг), в % от общего числа обследованных организаций данного вида деятельности [3]

Таким образом, обрабатывающие производства, несмотря на уменьшение числа организаций данного вида экономической деятельности в последние годы, демонстрируют достаточно интенсивные бизнес-контакты, в том числе с использованием телекоммуникационных технологий.

В целом, функционирование промышленного предприятия – практически непрерывный процесс поддержания действующих контактов и установления новых.

Хозяйствование производственного предприятия в конкурентной среде предполагает выбор поставщиков, обеспечивающих приемлемую по цене, но одновременно и более качественную продукцию (услуги), поставляемую точно в срок, чтобы не нарушать производственный цикл. Процесс взаимодействия с поставщиками с ориентацией на систему «цена-качество-надежность» приводит к необходимости тщательного их подбора, что, в свою очередь, дает предприятию преимущества в конкурентной борьбе. В этой

связи, контактная база поставщиков постепенно пополняется.

В том случае, если промышленное предприятие расширяет ассортимент своей продукции, выходит на новые рынки, смещает акценты на другие группы потребителей, при принятии других производственных и маркетинговых решений, также возникает необходимость в организации и управлении соответствующими бизнес-контактами.

При реструктуризации различных государственных институтов требуется заключать новые договоры, усваивать новые процедуры и регламенты, устанавливать взаимоотношения с новыми исполнительными лицами, что опять-таки увеличивает число контактов предприятия.

В условиях глобализации мировой хозяйственной системы, а также в связи со вступлением РФ во Всемирную торговую организацию возрастает необходимость в международных деловых контактах. Взаимодействие с иностранными партнерами – это возможность совместного финансирования крупных бизнес-проектов,

освоение опыта применения передовых технологий, заявление о своей компании на новых рынках и в новых сегментах, что особенно востребовано для производственных организаций. В этой связи, можно спрогнозировать дальнейшее расширение контактной базы российских промышленных предприятий.

Еще одним примером интенсификации контактов промышленного предприятия является выполнение последним своих социальных обязательств перед обществом. Благотворительная и меценатская помощь детским домам, социальным организациям инвалидов, детским творческим коллективам и другим общественным и бюджетным организациям сопровождается установлением, поддержанием и расширением соответствующих социально ориентированных контактов предприятия в рамках реализации им своей внешней социальной политики, принятием и исполнением корпоративной социальной ответственности.

Заключение

Благоприятный вариант функционирования промышленного предприятия в «контактной» экономике заключается в выстраивании собственной «контактной» политики, ориентированной, с одной стороны, на стратегию развития организации, с другой, на изменение конфигурации внешней среды. Сохранение надежных, проверенных контактов и установление новых деловых взаимосвязей становится обязательным условием конкурентоспособности современного промышленного предприятия.

Библиографический список

1. Индикаторы инновационной деятельности: 2013: статистический сборник. – Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. – 472 с.
2. Промышленность России - 2012 [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: www.gks.ru
3. Российский статистический ежегодник - 2012 [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: www.gks.ru

4. Россия и страны-члены Европейского Союза - 2011 [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: www.gks.ru

5. ФНС России: достижения, проблемы и задачи [Электронный ресурс]: Федеральная налоговая служба. – Режим доступа: <http://www.nalog.ru>

FUNCTIONING OF THE INDUSTRIAL ORGANIZATIONS IN THE CONDITIONS OF FORMATION OF "CONTACT" ECONOMY

A. E. Miller, B. A. Fedyanin

This article comprises the interaction of Russian industrial organizations and market subjects. The term "contacts" economy" in meaning of the result of performance of the world economic system is presented and described. The special attention is paid to the research of contacts of industrial processing.

Keywords: "contacts" economy, industrial enterprises, business environment of organization

Bibliographic list

1. Indicators of innovative activities: 2013: statistics. – Moscow: National research university "High school of economics", 2013. – 472 p.
2. Russian industrial production – 2012: State statistic service. - www.gks.ru
3. Russian statistic yearly -2012: State statistic service. - www.gks.ru
4. Russia and states-members of EU - 2012: State statistic service. - www.gks.ru
5. Russian State Revenue Service: successes, problems, tasks: State Revenue Service. - <http://www.nalog.ru>

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 – 232. e-mail: aem55@yandex.ru

Федянин Борис Александрович – Аспирант кафедры «Экономика, налоги и налогообложение». Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научных исследований – организационно-управленческие аспекты деятельности предприятий. Общее количество публикаций – 3. e-mail: aem55@yandex.ru

УДК 631.1

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ
РОССИЙСКИМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ, СТРАХОВЫХ И КРЕДИТНЫХ УСЛУГ**

М. А. Миллер

***Аннотация.** Статья посвящена проблемам подготовки специалистов сельскохозяйственного производства, предоставления услуг агрострахования и кредитования сельхозпроизводителей. Сопоставляется потребность аграриев в кадрах и объем выпуска специалистов сельскохозяйственных профессий, анализируются причины низкой востребованности агрострахования, а также сложности получения кредита сельхозпроизводителями. Особое внимание уделено необходимости развивать в России центры сельхозконсультирования.*

***Ключевые слова:** услуги, сельскохозяйственные организации, агрострахование, центры сельхозконсультирования.*

Введение

В современных рыночных условиях сельхозпроизводители объективно нуждаются в своевременной и достаточной по объему помощи со стороны государства и местных территориальных образований, а также в разнообразных услугах, предоставляемых государственными и рыночными субъектами. Российские организации агробизнеса испытывают системные сложности при осуществлении сельскохозяйственного производства, наиболее болезненными из которых являются кадровые и материальные проблемы. В этой связи, проблематика образовательных, страховых и кредитных услуг для сельскохозяйственных организаций является, на наш взгляд, в наибольшей степени востребованной в качестве научного исследования. Кроме того, в современных научных работах указанного направления слабо проработанным вопросом определяется изучение диспропорций системной связи «предоставление услуг – потребление услуг» в сфере аграрной хозяйственной деятельности.

Основная часть

Нарастающие процессы глобализации и начальный этап членства России в ВТО обуславливают для сельхозпроизводителей востребованность качественных образовательных услуг с целью регулярного пополнения аграрной отрасли высококвалифицированными специалистами.

По данным Федеральной службы государственной статистики численность занятых в сельском хозяйстве (включая охоту и лесное хозяйство) в 2000-2011 гг. снизилась

на 26,8 %, с 8996 тыс. чел. до 6583 тыс. чел. [4]. Выборочное обследование Росстата показало, что потребность организаций в работниках на замещение вакантных рабочих мест в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве на 31 октября 2012 г. составила почти 31 тыс. человек, из которых почти треть (9,3 тыс. чел.) – квалифицированные работники (см. рис. 1.). С проблемой нехватки и/или недостаточной квалификации специалистов основных агропрофессий – ветеринаров, агрономов, зоотехников и т.п. – сталкиваются практически все отечественные сельскохозяйственные организации.

В России специалистов агропрофиля готовят несколько профильных сельскохозяйственных вузов и множество училищ и техникумов, все они имеют различные программы повышения квалификации, переподготовки, готовы реализовывать разовые образовательные проекты для конкретных организаций. Но, несмотря на регулярными выпуски специалистов сельхозпрофессий, основная, и пока слабо разрешимая, трудность пополнения сельхозорганизаций квалифицированными специалистами состоит в нежелании выпускников-аграриев работать по своей специальности на селе, главным образом, по причине потенциально невысокого заработка и из-за инфраструктурных условий, отличных от городских.

При этом в 2011 г. выпуск специалистов с высшим профессиональным образованием государственными и муниципальными образовательными учреждениями по группам специальностей (направлениям подготовки),

связанным с сельским и рыбным хозяйством, составил 33,3 тыс. человек, со средним профессиональным образованием – 15,2 тыс. чел. Выпуск квалифицированных рабочих и служащих с начальным профессиональным

образованием по профессиям сельскохозяйственной отрасли равнялся в том же году 43,1 тыс. чел. [4].

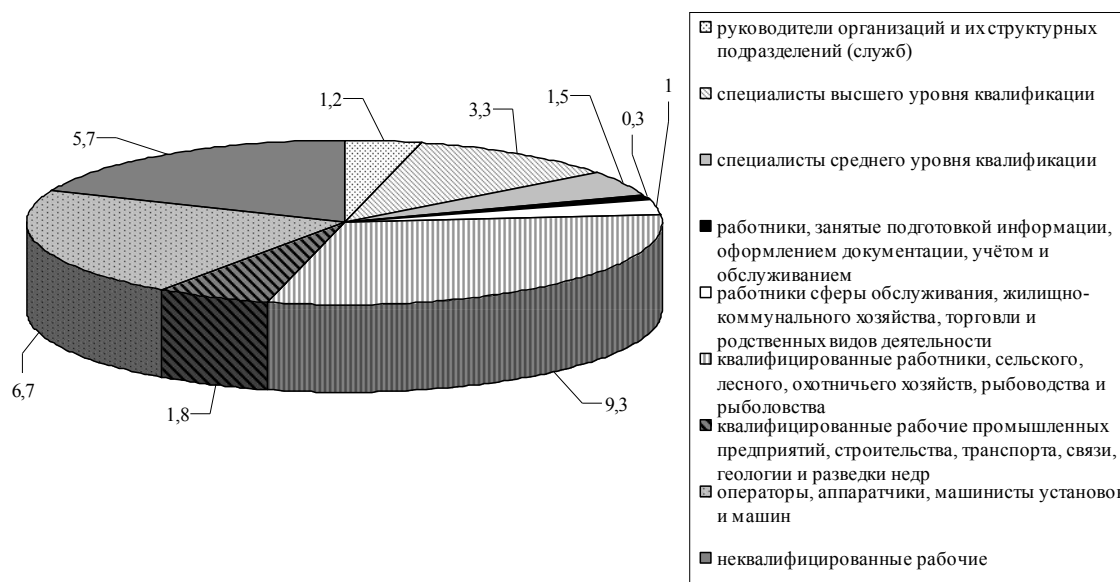


Рис. 1. Потребность организаций в работниках на замещение вакантных рабочих мест в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве на 31 октября 2012 г., тыс. чел. [Сост. по: 4]

Таким образом, только государственные и муниципальные образовательные учреждения готовят свыше 90 тыс. специалистов разного уровня образования в год по профессиям, востребованным в сельском хозяйстве, что вполне восполняет дефицит кадров в данной отрасли.

При этом значительная часть студентов учебных заведений сельскохозяйственного профиля обучаются по бюджетному и целевому набору, т.е. получаемые будущими аграриями образовательные услуги оплачиваются либо государством, либо самими сельхозорганизациями. Однако нежелание выпускников работать по специальности в организациях аграрного сектора экономики приводит к тому, что сельхозпроизводители практически не получают отдачи от оплаченных ими или государством образовательных услуг и продолжают испытывать серьезный кадровый дефицит.

Одним из возможных путей выхода из этой ситуации может стать реализация кластерного подхода к подготовке сельхозспециалистов. Для имеющих желание работать в сельском хозяйстве школьников образуются специальные кружки и секции, участие в которых позволяет ближе узнать

будущую профессию. Далее ребята становятся студентами профильных образовательных учреждений начального и среднего профессионального образования, а затем и вуза, обучаясь на бюджетных местах. При этом на каждом этапе они регулярно практикуются (при желании подрабатывают) в сельхозпроизводственных организациях, где впоследствии и используют свои знания уже в качестве трудоустроенных специалистов, регулярно повышая квалификацию в тех же сузах и вузах.

Следует отметить, что сельскохозяйственное производство объективно является хозяйственной деятельностью с высокими рисками, прежде всего природными, и засухи 2010 и 2012 гг. в России это еще раз подтвердили. В этой связи, прогнозирование широкой востребованности услуг агрострахования представляется вполне закономерным. Однако в России сельхозпроизводители не спешат заключать договоры агрострахования, несмотря на предоставляемую господдержку, и на то есть несколько причин.

Во-первых, необходимость уплаты страхового взноса. Даже учитывая, что 50 % суммы субсидируется из бюджета, для

сельхозпроизводителя оставшаяся половина взноса – это тоже расходы и немалые. В 2012 г. по договорам страхования с господдержкой страховая премия в среднем составила 700 руб./га [3, с. 65]. Следует отметить, что требуемый страховой взнос необходимо внести накануне посевной, когда все ресурсы сельхозорганизации и так мобилизованы перед самым ответственным для сельян периодом.

Во-вторых, Федеральный закон от 25.07.2011 г. № 260-ФЗ «О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» [1], вступивший в силу с 01.01.12 г. предусматривает покрытие ущерба через механизм агрострахования, если произошло снижение фактического урожая сельскохозяйственной культуры на 30 % и более. Меньшие потери сельхозпроизводителя страховым случаем не признаются и, соответственно, страховая выплата не осуществляется. В итоге, аграриям выгодно либо потерять более 30 % урожая и получить компенсацию, либо вообще не заключать договор агрострахования и надеяться на хороший урожай.

В-третьих, наряду с агрострахованием в стране «параллельно» продолжает существовать другой источник поддержки сельхозпроизводителей в случае сбора последними плохого урожая. Речь идет о прямом возмещении убытков хозяйству, осуществляемому федеральными и/или региональными властями в случае недорода или падежа скота. В этих условиях крестьяне не торопятся страховать свои риски, на что нужно потратить деньги и время, еще и потому, что рассчитывают при неблагоприятном для них итоге уборочной на господдержку, в том числе и при потерях менее 30 %.

В-четвертых, разница в региональных подходах к агрострахованию с господдержкой приводит к тому, что в отдельных субъектах РФ для оформления договора необходимо предоставить до 11 дополнительных справок [2]. Ясно, что такое «усложнение» участия сельхозпредприятий в агростраховании еще больше ограничивает желание воспользоваться данной услугой.

В-пятых, развитие агрострахования сдерживают разносимые «народной молвой» прецеденты невыплаты страховыми компаниями компенсации сельхозпроизводителям даже при неоспоримом наступлении страхового случая по договору. При этом аграрии редко обращаются в суды для доказательства своей правоты (нужно содержать для этого профессиональных юристов и часто отвлекаться от своей непосредственной деятельности), а обратившиеся нечасто их выигрывают. Поэтому низкий интерес сельян к агрострахованию объясняется еще и нежеланием попадать в подобные ситуации.

В итоге, совокупность указанных выше причин определяет тот факт, что по стране страхуется лишь одна пятая посевных площадей, причем эта цифра за последние 2 года практически не изменилась.

В свою очередь, страховые компании недовольны в механизме агрострахования тем, что бюджетные субсидии, равные половине суммы страхового взноса, которые по закону органы управления АПК субъекта РФ должны перечислять на счет страховщика, поступают с существенной задержкой. Так, согласно данным, представленным в табл. 1, на 01.07.13 сельхозпроизводители оплатили почти 72 % «своей доли» страхового взноса, а бюджетный источник – только 0,8 % суммы.

Таблица 1. Фактическое перечисление средств на оплату страхового взноса по договорам страхования урожая с господдержкой, млн. руб. [2]

Источник финансирования	Размер оплаченных средств и задолженности			
	на 01.07.12		на 01.07.13	
	оплачено	задолженность	оплачено	задолженность
Средства аграриев	1334,6	267,3	1474,0	576,4
Бюджетное субсидирование	284,1	1317,8	15,6	2034,8

Несомненно, агрострахование как цивилизованную форму защиты агрорисков, несмотря на сегодняшние проблемы, необходимо развивать. Прежде всего, речь идет о совершенствовании законодательства, уточняющего условия признания понесенных убытков страховым случаем и процедуру оценки ущерба, снижающего возможности применения «серых схем» агрострахования с целью использования бюджетных средств не по целевому назначению и однозначно формулирующего одинаковые правила страхования для всех участников рынка. Должна быть определенность с вопросом фиксации метеорологической обстановки как объективного подтверждения влияния погодного фактора на урожайность. Стоит еще раз, с учетом интересов государства, аграриев и страховых компаний, проанализировать обоснованность использования 30 %-го порога неурожая при принятии решения о необходимости выплаты компенсации страхователю-сельхозпроизводителю. Кроме того, необходимо четко соотнести два инструмента

– агрострахование и прямая бюджетная компенсация убытков сельхозпроизводителям для определения каждому из них своей «ниши» в общей системе поддержки сельского хозяйства, а не противопоставления друг другу. Безусловно, следует продолжить практику бюджетного финансирования 50-%-ной части страховой премии в договорах агрострахования. Согласно принятым сегодня плановым показателям, объем этих средств должен увеличиться с 5 млрд. руб. в 2012 г. до 7,2 млрд. руб. к 2017 г. и до 8,4 млрд. руб. к 2020 г. [3, с. 65].

Еще одной нужной для аграрных производителей страны услугой является банковское кредитование. Сельхозпроизводители постоянно нуждаются в оборотных средствах, поэтому для банков они – постоянные клиенты. Так, объемы кредитования организаций сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства в России увеличились с 463 млрд. руб. в 2009 г. до 610 млрд. руб. в 2012 г. (см. рис. 2.).

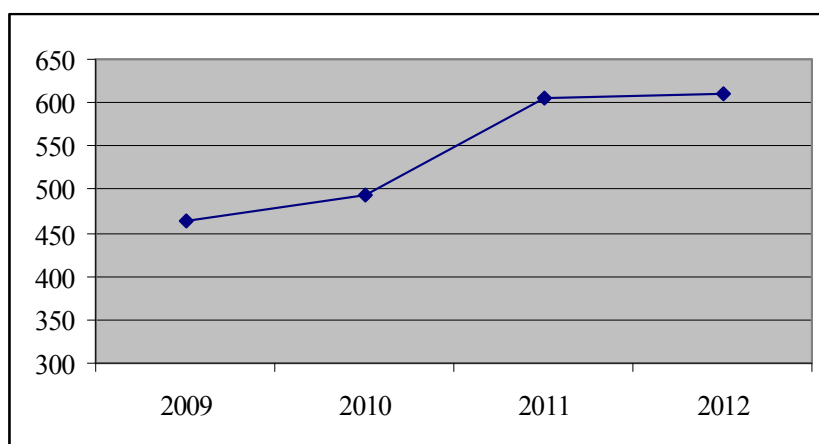


Рис. 2. Объемы кредитования сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства в России в 2009-2012 гг., млрд. руб. [Сост. по: 5]

Однако для получения кредита банки требуют от аграриев оформлять страховку по расширенному перечню рисков, а договор агрострахования с господдержкой в качестве самостоятельного обеспечения при кредитовании, как правило, не принимается. Такое дополнительное «добровольное» страхование без господдержки предлагается осуществлять по коммерческим тарифам со страховой компанией из списка партнеров банка, от которых последний получает комиссионное вознаграждение. В итоге, кредит становится для сельхозорганизации достаточно «тяжелым», его получение и

последующее погашение сокращает финансовые возможности аграриев по развитию производства. В итоге, наряду с увеличением объема кредитования, растет и задолженность организаций сельского, охотничьего и лесного хозяйств. В 2010-2013 гг. общая сумма задолженности по кредитам указанных организаций увеличилась почти в 2 раза, достигнув на начало 2013 г. 1,2 трлн. руб. [5].

Зарубежный опыт показывает, что комплексное предоставление услуг аграриям посредством формирования системы сельхозконсультирования – не просто

желательная, а абсолютно необходимая, востребованная мера, направленная на поддержку и развитие сельского хозяйства в стране. Одной из универсальных форм поддержки аграриев является предоставление государственными и местными органами управления разнообразных услуг сельскохозяйственным организациям через специально организованные центры сельхозконсультирования. Основная задача таких центров – информационная и консультационная поддержка сельхозпроизводителей по различным направлениям и специализациям агробизнеса.

В России система сельхозконсультирования еще пока формируется, на начало 2013 г. сельхозконсультирование в РФ осуществляют 84 центра услуг различных организационно-правовых форм в 64 регионах. Анализ практики работы центров сельхозконсультирования выявил 3 основные проблемы функционирования данных субъектов:

- 1) недостаточное финансирование из федерального и регионального бюджетов;
- 2) отсутствие эффективного механизма информационно-электронного взаимодействия центров сельхозконсультирования с потребителями услуг;
- 3) нехватка и/или недостаточная компетентность специалистов центров сельхозуслуг с точки зрения владения профессиональными знаниями и опытом консультирования по вопросам АПК.

В качестве мер по решению первой проблемы предлагается определить порядок предоставления центрами бесплатных и платных услуг, а также развивать практику предоставления региональных грантов для сельхозпроизводителей, часть средств которого отчисляется центру сельхозконсультирования, помогающего его подготовить.

Спецификой второй проблемы является отсутствие во многих центрах сельхозуслуг страницы в Интернете (сайта), на которой содержится вся необходимая информация по предоставляемым сельхозпроизводителям услугам, хотя потребность в ней существует. Для исправления ситуации предлагается размещать информационные ресурсы центра в сети Интернет с целью обеспечения свободного доступа к ней всех потребителей услуг, а также организовывать on-line-

консультации по программам поддержки сельхозпроизводителей и профессиональные консультации по вопросам внедрения инноваций в животноводстве, растениеводстве и других направлениях агробизнеса.

Что касается третьей проблемы, то несмотря на увеличение численности консультантов центров сельхозуслуг, во многих организациях, осуществляющих агроконсультирование, ощущается нехватка квалифицированных специалистов, находящихся в штате центра, имеющих достаточный опыт работы в сельском хозяйстве и способных проводить квалифицированную консультацию по новейшим агротехнологиям. Решение данной проблемы должно осуществляться путем квалифицированного отбора специалистов центра, разработки и внедрения системы оплаты труда, увязывающей размер стимулирующей части заработной платы с результатами труда (индивидуальным вкладом) консультанта, а также проведения регулярного повышения квалификации консультантов.

В целом, для совершенствования деятельности центров сельхозуслуг необходима организация регулярных региональных и межрегиональных совещаний руководителей центров с целью обмена опытом по вопросам недофинансирования, организации информационного взаимодействия, повышения квалификации консультантов и других. Хорошим результатом таких совещаний должно стать создание совместно утвержденного объединения (ассоциации, союза и т.п.), способного продвигать принимаемые центрами сельхозуслуг решения в Министерство сельского хозяйства РФ, региональные министерства агропрофиля, осуществлять регулярные контакты с губернаторами, руководителями ВУЗов, другими союзами и предпринимательскими объединениями, взаимодействием с которыми будет способствовать совершенствованию деятельности центров сельхозконсультирования.

Кроме того, необходимо повысить «клиентоориентированность» центров сельхозуслуг, проявляющуюся в разработке ими актуальных и востребованных для агробизнеса видов услуг, например, связанных с оказанием помощи сельхозпроизводителям в сборе и оформлении пакета документов для получения бюджетных субсидий. Для

обеспечения территориальной доступности услуг сельхозпроизводителям крайне важно в ближайшие годы создать информационно-консультационные центры во всех регионах РФ.

Заключение

Несмотря на предоставление и частичную или полную финансовую поддержку государством таких важных услуг, как подготовка специалистов, агрострахование и кредитование, тем не менее, они оказываются не в полной мере востребованными российскими аграриями. Причины этого находятся в организационно-экономической плоскости – низкий уровень оплаты труда и слабо развитая инфраструктура сельских территорий, негибкие организационно-управленческие процедуры страхования и кредитования, отсутствие системности в направлениях господдержки. Развитие важнейшего элемента сельскохозяйственной отрасли страны – центров сельхозконсультирования рассматривается в качестве одного из главных инструментов нивелирования проблем аграриев, связанных не только со своевременным и полным предоставлением им качественных услуг различных видов, но и с расширением масштабов их потребления.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 25.07.2011 г. № 260-ФЗ «О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в федеральный закон «О развитии сельского хозяйства»
2. Биждов К. На равных условиях [Электронный ресурс]: Российская газета. – 13 августа 2013 г. - Режим доступа: www.rg.ru
3. Долженков В.Н. Новый механизм господдержки в агростраховании не прошел испытание засухой/ ЭКО. – 2013. – № 5. – С. 55-67
4. Рынок труда, занятость и заработная плата [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: www.gks.ru

5. Сведения о размещенных и привлеченных средствах [Электронный ресурс]: Официальный сайт Банка России – Режим доступа: www.sbr.ru

THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMICAL PROBLEMS OF CONSUMPTION OF EDUCATIONAL, INSURANCE AND CREDIT SERVICES BY RUSSIAN AGRICULTURAL ORGANIZATIONS

M. A. Miller

This article comprises the problems of training of agricultural specialists, the difficulties of provision of agricultural insurance services and credit services. The needs of agricultural personnel and the number of graduates of agricultural education are compared, the reasons of low agricultural insurance needs and the problems of obtaining of credit by agricultural organizations are analyzed. The special attention is paid to the necessity of development of centers of agricultural consulting in Russia.

Keywords: services, agricultural organizations, agricultural insurance, centers of agricultural consulting

Bibliographic list

1. The Federal law 25.07.2011 № 260-FL «About the state backing on ground of agricultural insurance and about the introduction of modifications in The Federal law «About development of agriculture»
2. Bijdov K. On equal terms/ Russian gazette. – 13.08.2013. - www.rg.ru
3. Doljenkov V.N. New mechanism of the state backing of agricultural insurance no pass a test with the drought/ ECO. – 2013. - № 5. – P. 55-67
4. Labour market, employment and pay: State statistic service. - www.gks.ru
5. Information about invested and borrowed finances: Official site of Russia Bank. - www.sbr.ru

Миллер Максим Александрович – доктор экономических наук, доцент Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научных исследований: Отраслевая и региональная экономика, экономика народонаселения и демография. Общее количество публикаций: 89. e-mail: millerma@yandex.

УДК 65.011

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА НА ИНВЕСТИЦИОННУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНА

С. Л. Надирян, Д. Ю. Дудник, А. О. Гибашева

Аннотация. В статье рассмотрена взаимосвязь между транспортной отраслью и экономикой Краснодарского края, с учетом внеотраслевого эффекта. Анализируя региональную инвестиционную политику в области транспорта, можно сделать вывод, что инвестиции в транспорт вызывают экономический рост. Экономический рост в свою очередь способствует росту капитальных вложений в транспортную инфраструктуру, вызывая тем самым синергетический эффект.

Ключевые слова: транспорт, внеотраслевые эффекты, экономика, инвестиционная привлекательность, инвестиции.

Введение

Взаимовлияние и взаимосвязь между транспортной отраслью и экономикой исследуются учеными достаточно активно. Эффект инвестирования в транспортную инфраструктуру с последующим ростом экономических показателей, взаимодействие между различными видами транспорта и применение современных логистических технологий исследовались во многих научных работах [3]. Существуют различные мнения относительно того, экономика, влияет на транспорт, или транспорт стимулирует экономику. Иначе говоря, инвестиции в транспорт вызывают экономический рост или экономический рост способствует росту капитальных вложений в транспортную инфраструктуру.

Учет внеотраслевого эффекта при определении общественной эффективности капитальных вложений на транспорте основан на следующих принципах:

- транспорт должен рассматриваться как один из участников экономики страны, вносящий свой вклад в конечные экономические результаты;
- для эффективности оценки роли транспорта необходимо выяснить долю эффекта, которая может быть условно разделена между участниками. При действующей системе цен и тарифов

прибыль, получаемая транспортом, не всегда характеризует его вклад в суммарный эффект экономики в целом;

- доля эффекта, относимого на транспорт, выделяется из принципа равной эффективности всех участников пропорционально капитальным вложениям;
- внеотраслевой эффект, обусловленный только капитальными вложениями в транспорт, целиком относится к его доле.

Основная часть

На протяжении многих лет Краснодарский край, обладая значительным инвестиционным потенциалом и конкурентными преимуществами на российском и международном рынках, сохраняет позиции одного из лидеров среди регионов России, обладающих высокой инвестиционной привлекательностью.

Решающим условием повышения инвестиционной привлекательности Краснодарского края является последовательная политика, проводимая региональной администрацией по созданию максимально благоприятных условий для развития бизнеса. Факторы формирования инвестиционного потенциала и инвестиционных рисков представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Особенности инвестиционного климата и инвестиционной привлекательности

К основным факторам, формирующим инвестиционную привлекательность региона можно отнести:

- Удобное географическое положение и хорошо развитая транспортная инфраструктура.
- Политическая стабильность региона.
- Диверсифицированная экономика с высокой долей малого предпринимательства
- Высокий потенциал предприятий сельскохозяйственной отрасли.
- Наличие уникальных рекреационных ресурсов, обеспечивающих развитие практически всех видов индустрии туризма и отдыха.
- Наличие плодородных сельскохозяйственных земель, позволяющих

выращивать весь спектр культур умеренного пояса и отдельные виды субтропических культур.

- Богатые природные ресурсы.
- Наличие высококвалифицированной рабочей силы.

• Защита прав инвесторов.
 На территории Краснодарского края гарантируется стабильность прав инвесторов. Инвестиции не могут быть безвозмездно национализированы, реквизируются, к ним не могут быть применены иные меры, равные указанным по последствиям. Деятельность иностранных инвесторов на территории Краснодарского края обеспечивается полной и безусловной правовой защитой в соответствии с

международными договорами, действующими на территории Российской Федерации, федеральным законодательством и законодательством Краснодарского края. Надежно защищены права собственности на землю, создается единый кадастр собственников имущества и земли. Простая и прозрачная система налогообложения и предоставление льгот. Налоговые льготы предоставляются предприятиям, вкладывающим собственные и привлеченные средства в реализацию проектов, которым присвоен статус одобренных. Отечественные и иностранные инвесторы имеют равные права в получении налоговых льгот. В общей сложности льготы могут снизить затраты инвесторов на 25—30 %. Инвестиционная деятельность на территории Краснодарского края регулируется законом Краснодарского края от 2 июля 2004 г. N 731-КЗ «О государственном стимулировании инвестиционной деятельности в Краснодарском крае».

В настоящее время ЮФО – центр сельскохозяйственного, энергетического, строительного и железнодорожного машиностроения, судостроения и авиастроения, а также станкостроения, автомобильной промышленности и производства электроники. Производства локализованы преимущественно в Ростове, Краснодаре, Волгограде и Астрахани. Машиностроение является перспективной отраслью, несмотря

на определённые проблемы в этом секторе. Основными факторами развития являются государственная поддержка и рост спроса. Наиболее перспективными подотраслями машиностроения для развития на юге РФ являются автопром, электротехника, авиа и ж/д строение. Ряд регионов ЮФО (Ростовская и Волгоградская области Ставропольский и Краснодарский край) имеют высокий потенциал для развития машиностроения и обеспечат прирост выпуска к 2025 г. в 3-5 раз. Реализация потенциала развития машиностроения в ЮФО сдерживается износом основных фондов, технологическим отставанием, недостатком кадров и другими разрывами по факторам конкурентоспособности.

Краснодарский край – один из самых плотно заселенных регионов страны (70.61 чел. на кв. км.), особенно его приморские и прикубанские районы. Край занимает площадь 76 тыс. квадратных километров и является южным регионом России. В крае проживает свыше пяти миллионов человек, в том числе около 53 % - в городах и 47 % - в сельской местности. Для сельского расселения характерны крупные сельского поселения, их средний размер – более 1400 человек [1,2]. Благодаря густой сети качественных дорог и более высокому уровню автомобилизации городские услуги доступны многим сельским жителям.



Рис. 2. Географическое положение Краснодарского края

Основу производительных сил Краснодарского края составляют промышленный, строительный, топливно-энергетический комплексы, область информационных и коммуникационных технологий, а также агропромышленный, транспортный, курортно-рекреационный и туристский комплексы. Последние четыре направления деятельности соответствуют приоритетам социально-экономического развития России и определяют особый статус Краснодарского края в экономике страны.

Транспортный комплекс обеспечивает реализацию внешнеполитических и экономических интересов России в зоне черноморского и средиземноморского экономического сотрудничества, вносит существенный вклад в повышение "связности" территории страны. Морские порты края обеспечивают прямой выход через Азовское и Черное моря на международные внешнеторговые пути и перерабатывают более 35 процентов внешнеторговых российских и транзитных грузов морских портов России, обслуживают около трети российского нефтеэкспорта. По территории края проходят важнейшие железнодорожные маршруты федерального значения, которые ориентированы в сторону морских международных портов края и курортов Черного и Азовского морей. Трубопроводный транспорт представлен международным нефтепроводом "Тенгиз - Новороссийск" и газопроводом "Россия - Турция" ("Голубой поток"). Воздушный транспорт Краснодарского края представлен четырьмя аэропортами, два из которых являются международными (Краснодар, Сочи).

Стабильность ВРП Краснодарского края (региональная экономика сократилась лишь на 1,8 % в 2009 году, по сравнению с падением агрегированного ВРП регионов России на 6,8 %) отражает диверсифицированный характер его экономики. В 2011 году экономика региона выросла приблизительно на 5 % по сравнению с 6,2 % восстановительного роста в 2010 году. Рост в промышленном производстве и в транспорте сопровождался уверенным ростом в строительстве и розничной торговле, что является следствием растущего значения Краснодарского края как комплекса черноморских курортов.

По последним данным Росстата Краснодарский край занимает 7 место среди регионов РФ по объему валового

регионального продукта (ВРП), и первое среди субъектов ЮФО, а его доля в ВРП округа достигает 44 %. Ростовская область ближайший "конкурент" в округе, даёт 27,5 % и занимает 14 место в стране.

В отраслевой структуре краевого ВРП выделяются транспорт (16,2 % против 8,2 % для России в целом) и сельское хозяйство (16,0 % против 7,8 %). Удельный вес промышленности по сравнению со среднероссийским показателем в два раза ниже — 16 % (против 33 % по РФ в целом и 23 % для Южного федерального округа).

В 2012 году в экономику края инвестировано почти 800 млрд рублей, при этом иностранные инвесторы вложили в экономику края более \$1,1 млрд - в 1,4 раза больше, чем в 2011 году. Помимо этого в прошлом году в Краснодарском крае завершено 56 крупных инвестиционных проектов общей стоимостью 105,5 млрд рублей, создано более 3,7 тыс. новых рабочих мест.

Уровень регистрируемой безработицы снизился с 1 % в декабре 2011 года до 0,8 % в декабре 2012 года. Реальные располагаемые денежные доходы выросли на 5,2 % к 2011 году. Величина среднедушевых денежных доходов в 2012 году достигла 19,9 тыс. рублей в месяц. При этом номинальная заработная плата возросла на 18,3 %, среднемесячный размер заработной платы составил 21,9 тыс. рублей.

Подробнее о ситуации в основных секторах реальной экономики за 2012 год. По итогам 7 месяцев промышленность края имеет прирост производства на 1,1 %. Это несколько ниже среднероссийского результата (на 2,1 процентных пункта).

В числе отраслей, где с начала года наблюдается сокращение деловой активности, — производство пищевых продуктов, текстильное и швейное производство, производство кожи и обуви.

В январе-июле объем производства валовой продукции сокращен относительно аналогичного показателя прошлого года на 0,4 %.

При этом объемы валовой продукции сельского хозяйства в крае самые высокие, как в округе, так и по стране в целом.

Завершение строительства ряда олимпийских объектов, включая инфраструктурные, стало причиной отрицательной динамики в отрасли за истекший период текущего года.

Но, несмотря на сокращение объема строительных работ на 0,5 %, край сохранил

свои позиции в стране и ЮФО. По объему выполненных строительных работ Кубань, как и по итогам 2011 года, занимает 1 место в округе и третье в стране. В стоимостном выражении в крае произведено 73 % всех строительных работ в округе.

Объемы услуг организаций транспорта (с учетом транспортирования по трубопроводам) выросли на 6,6 % за счет опережающего роста пассажирского транспорта.

Так, объемы пассажирских перевозок выросли на 3,1 %, пассажирооборот – на 10 % за счет увеличения показателей в железнодорожном, автомобильном и воздушном видах транспорта. По стране в целом пассажирооборот увеличен на 6,6 %.

На долю края приходится 3,5 % грузовых и 2,2 % пассажирских перевозок в России. Край лидирует в округе по объемам грузоперевозок автомобильным транспортом и занимает 4 место в стране по этому показателю.

На положительные результаты в этой сфере оказал влияние возросший потребительский спрос, подкрепленный ростом заработной платы – на 19,2 % (данные Росстата за январь-июнь 2012 года), что является самым высоким показателем среди субъектов ЮФО и превосходит среднероссийский прирост (15 %).

При этом доля края в обороте розничной торговли ЮФО достигает 40 %. Предварительно, оценивая итоги 2012 года, предполагается, что объем ВРП края в целом по году должен превысить 1,3 трлн. рублей с приростом к 2011 году не ниже 2,1 %. Среднемесячная заработная плата в 2012 году составит 21,9 тыс. рублей с ростом на 19 % в номинальном и на 11 % в реальном выражении.

Заключение

Рассматривая региональную инвестиционную политику в области транспорта, можно сделать вывод, что инвестиции в транспорт вызывают экономический рост. Экономический рост в свою очередь способствует росту капитальных вложений в транспортную инфраструктуру, вызывая тем самым синергетический эффект. Таким образом, основываясь на описанных принципах учета внеотраслевого эффекта при определении общественной эффективности капитальных вложений в транспорт, возможно прогнозировать изменение ВРП при различных вариантах инвестирования.

Библиографический список

1. Воронин В. В. Экономическая география Российской Федерации: в 2 ч. Ч. 1, Самара: СГЭА; 1997. 143 с.
2. Гладкий Ю. Н., Доброскок В. А., Семенов С. П. Экономическая география России. М.: Просвещение, 1999. 35 с.
3. Моисеева К. Н. Экономические основы логистики: учебное пособие. /К. Н. Моисеева. - М.: ИНФРА-М, 2008.- 528 с.

IMPACT OF TRANSPORT ON THE REGION'S INVESTMENT ATTRACTIVENESS

S. L. Nadiryan, D. U. Dudnik, A. O. Gibasheva

The article describes the correlation between the transport sector and the economy of Krasnodar region, taking into account внеотраслевого effect. Analyzing the regional investment policy in the field of transport, we can conclude that investment in transport drove economic growth. Economic growth, in turn, promotes the growth of capital investments in transport infrastructure, thereby creating synergy effect

Keywords: transport, minor effects, economy, investment attractiveness, of investment.

Bibliographic list

1. Voronin V. V. Economic geography of the Russian Federation: in 2 CH. N. 1, Samara: СГЭА; 1997. 143.
2. Smooth YU. N., Доброскок V. A., Semenov S. P. Economic geography of Russia. Moscow; Education, 1999. 35.
3. Moiseev K. Economic fundamentals of logistics. The tutorial. /K. Moiseeva - M.: INFRA-M. 2008. - 528 p.

Надирян София Леоновна - ассистент кафедры «Организации перевозок и дорожного движения» Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: транспорт, экономика, логистика, общее количество публикаций 21 статья, e-mail: Sofi008008@yandex.ru

Дудник Диана Юрьевна - студентка кафедры «Организации перевозок и дорожного движения» Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: транспорт, экономика, логистика, общее количество публикаций 2 статья, e-mail: diana14-92@mail.ru

Гибашева Анастасия Олеговна - студентка кафедры «Организации перевозок и дорожного движения» Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: транспорт, экономика, логистика, общее количество публикаций 2 статья, e-mail: nastena14.05.91@mail.ru

УДК 330

АНАЛИЗ МАКРОСРЕДЫ С ПОЗИЦИИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

В. П. Пустобаев

Аннотация. *Использованы положения Т. Парсонса и Д. Львова о составе макросреды. Модель макросреды представлена в виде четырех подвижных квадратов, перемещающихся в замкнутом пространстве. Для исследования возможных состояний макросреды автор использует переключательные функции, позволяющие осуществить выборку из ее генеральной совокупности состояний и определить статистические параметры этой выборки.*

Ключевые слова: *среда, переключательная функция, фактор экономики, фактор права, фактор социальной среды, фактор внешней политики.*

Введение

Объекты логистики, предпринимательства и менеджмента реализуют свои цели, функционируя в среде, не всегда к ним благосклонной, и, чтобы выжить и развиваться в ее условиях, они должны приспосабливаться к ней путем модернизации своей внутренней структуры и своего поведения на рынке предметов труда и готовой продукции. Что не всегда может привести к положительному результату по причине огромной неопределенности состояний среды [1,2,3].

Основная часть

Согласно теории американского ученого Толкотта Парсонса, любая деятельность объектов (субъектов) протекает в условиях одновременного взаимодействия четырех факторов – внешнеполитического (*Вп*), экономического (*Э*), социального (*Сс*), правового (*П*), от степени развитости которых, напрямую зависит ее эффективность [4].

В работе [2] приняты следующие допущения относительно четырехфакторной модели среды косвенного влияния на объекты логистики, менеджмента и предпринимательства.

Потенциал развития всех факторов одинаков. Графической моделью, отображающей взаимодействия факторов, принята система из четырех подвижных квадратов с одинаковыми сторонами, текущее положение которых зависит от величины прошлого институционального воздействия и от их готовности реагировать на его новое воздействие [2].

- Исходное состояние всех факторов – нулевое. В этом состоянии квадраты только соприкасаются друг с другом, образуя внешними сторонами квадрат, являющийся

гипотетическим потенциалом, например, региона.

- Площадь каждого фактора равна 16 квадратным единицам.

- Формат позиционирования факторов на гипотетическом потенциале региона $\langle \text{Э}, \text{П}, \text{Сс}, \text{Вп} \rangle$, где *Э* – фактор экономики располагается в левом верхнем квадрате региона, *П* – фактор права, расположен в правом верхнем квадрате, *Сс* – фактор «социальная среда» расположен в левом нижнем квадрате региона, *Вп* – фактор внешней политики расположен в правом нижнем квадрате.

- Количество различных типов перемещений факторов на гипотетическом потенциале региона при институциональном воздействии три – вертикальное (*В*), горизонтальное (*Г*), диагональное (*Д*). Факторы могут случайным образом одновременно переместиться или по горизонтали, или по вертикали, или по диагонали (однотиповое перемещение) или комбинацией разрешенных перемещений, количество которых равно $3! = 6$. Любое из возможных перемещений названо реакцией фактора, при этом возможна и нулевая реакция фактора.

- Институциональное воздействие на все факторы происходит одновременно и с одинаковой величиной (под воздействием надо понимать деньги). Управление факторами осуществляет государство посредством т.н. институционального воздействия через систему одноименных институтов [4]. Целью институционального воздействия на факторы макросреды является.

1. Пропаганда государства проводимой им политики в области экономики объясняющая:

- развитие инфраструктуры, включающую непроизводственные отрасли народного хозяйства – дороги, связь, здравоохранение, образование, и производственные отрасли – производство материальных благ и услуг,

- развитие безопасности производственно-хозяйственной деятельности на основе развития финансово-кредитной системы, системы страхования и налоговой системы. Выработка различных налоговых ставок применительно к конкретным условиям является важной задачей правительства.

- развитие науки, техники и технологии, предусматривающей развитие прикладной и фундаментальной науки,

- развитие культуры производственно-хозяйственной деятельности и экономико-правовой культуры объектов производственной сферы,

- регулирование величины инфляции и уровня безработицы в стране.

Пропаганда государства в области экономики производственной сферы будет успешной, если будут выполнены все подпункты.

2. Пропаганда государства проводимой им политики в области права. Развитие права должно искоренить появление нигилизма в обществе и повысить правовую культуру населения. В связи с этим государство должно обеспечить:

- совместное развитие экономики, социальной среды и политики внутри государства,

- значимую деятельность представителей власти государства в области экономики, права, социальной среды, внутренней и внешней политики,

- безопасность личности, ее права и свободы,

- гарантии обществу по стабилизации политической власти,

- доступ к государственному управлению широких слоев населения, их возможность влиять на выработку наиболее важных социально значимых решений,

- развитие доверия среди объектов.

3. Пропаганда государства проводимой им политики в области социальной среды направлена на решение следующих задач:

- стабилизации жизненного уровня населения и недопущение массовой бедности путем материальной поддержки безработных, а также адресной социальной поддержка конкретных групп населения,

- сдерживания роста безработицы, подготовка трудовых ресурсов такого размера и качества, которые соответствуют потребностям общественного производства,

- поддержания рациональных соотношений между доходами активной части населения и нетрудоспособных граждан,

- поддержания стабильного уровня реальных доходов населения путем проведения антиинфляционных мер и индексации доходов,

- развития отраслей социальной сферы (жилищно-коммунальное хозяйство, культура и искусство).

Таким образом, государство в области социальной среды должно создать минимум добра и справедливости в обществе, поскольку без них наступит хаос [5].

4. Пропаганда государства проводимой им внешней политики. Внешняя политика – это политика, проводимая государством за пределами страны и являющаяся продолжением политики, проводимой государством внутри страны. Возникает вопрос сопряжения интерфейсов политик и условий их проведения (внешняя политика осуществляется в иных общественных условиях, нежели внутренняя). Если условия проведения внешней политики недоброжелательные, то по принципу сообщающихся сосудов это сказывается и на политике, проводимой внутри страны (ухудшается удовлетворение потребностей и интересов общества). Поэтому основной задачей внешней политики является налаживание добрососедских отношений с другими странами в интересах своей страны.

5. Уравновешивания противоречивых требований экономики, права, социальных и политических свобод. Это достижимо, если, например, в факторе C_c будут учтены в соответствующих пропорциях факторы \mathcal{E} , Γ и V_l .

Если в факторе C_c слабо развит фактор \mathcal{E} , то это приводит к:

- коренным изменениям в поведение населения – на первое место выдвигаются потребительские интересы,

- сокращению рабочих мест и как следствие увеличению количества безработных,

- нарушению сроков выплаты пенсий и пособий,

- появлению тенденции недоверия к власти,

• изменению отношений на макро/микро уровнях хозяйствующих субъектов. Так, изменение отношений на макроуровне приводит к изменениям характеристик временных, количественных и качественных интерфейсов объектов при их взаимодействиях. Изменяются отношения между подобъектами внутри самого объекта (микроуровень) путем нарушения соответствия между организационной и функциональной структурами.

Если в факторе *Cc* слабо развит фактор *П*, то процветает коррупция, рэкет, взяточничество, появляются признаки агрессии в поведении органов управления, падает культура (духовная, экологическая), нарушаются нравственные нормы.

Если в факторе *Cc* слабо развит фактор *Вп*, то это свидетельствует о том, что догнать и перегнать передовые страны стране не придется в ближайшем будущем.

Цель институционального воздействия может быть изменена в зависимости от стадии познания состояния макросреды и ее влияния на хозяйствующие объекты [6,7]. Однако, как показано в [2,3], макросреда обладает астрономическим числом состояний $k = n^{m^z} = 3^{256}$,

где *n* – разрешенное число направлений перемещений факторов, *n*=3; *m* – количество факторов, *m*=4; *z* – количество возможных величин перемещений факторов, *z*=4 {0,1,2,3}. Такое число состояний вызывает

сомнение выполнения тезиса, выдвинутого авторами [6,7]

Реакция факторов на воздействие может быть синхронной и асинхронной. Пример синхронной реакцией такой <1,1,1,1>, это означает, что все факторы отреагировали на институциональное воздействие. Пример асинхронной реакции <1,0,0,1>, это означает, что в соответствии с принятым форматом, факторы *П* и *Cc* не отреагировали на воздействие, т.е. они остались в прежнем пространственном состоянии, хотя деньги на их развитие выделены в полной мере с остальными факторами. Основная причина, по мнению автора, отсутствие реакции фактора на институциональное воздействие объясняется неподготовленностью его к очередному воздействию.

В дальнейшем принято допущения, о том, что институциональное воздействие оказывается одновременно на все факторы одинаковой величиной, а их реакция может быть или нет. Для описания возможных реакций среды косвенного влияния на институциональное воздействие автор использует понятие переключательной функции (рис.1.), которая как и ее аргументы (*Э,П,Cc,Вп*) принимают только два значения 0 или 1. Единичное значение любого аргумента, свидетельствует о том, что соответствующий фактор переместился либо по вертикали, либо по горизонтали, либо по диагонали. Количество переключательных функций равно 16.

	\bar{Y}		\mathcal{E}		
\bar{I}	0000 0	0001 1	1001 9	1000 8	$\bar{N}\bar{n}$
	0010 2	0011 3	1011 11	1010 10	
<i>П</i>	0110 6	0111 7	1111 15	1110 14	<i>Cc</i>
	0100 4	0101 5	1101 13	1100 12	
	\widehat{Ai}	<i>Вп</i>		\widehat{Ai}	

Рис.1. Реакция факторов на институциональное воздействие

Клетки, относящиеся к двум левым столбцам, содержат сомножитель \bar{Y} , а два правых столбца – сомножитель \mathcal{E} . Клетки, относящиеся к двум верхним строкам, содержат сомножитель \bar{I} , а две нижние строки – сомножитель *П*. С другой стороны,

клетки столбцов 1,4 содержат сомножитель \widehat{Ai} , а клетки столбцов 2,3 содержат сомножитель *Вп*, а клетки строк 1,4 содержат сомножитель $\bar{N}\bar{n}$, строк 2,3 содержат *Cc*. В ячейках таблицы записан

двоичный набор факторов по принятому формату ЭПСсВп и его десятичный эквивалент. Закон функционирования среды косвенного влияния можно описать системой переключательных функций y_i .

$$Y_0 = f_0(\text{Э}, \text{П}, \text{Сс}, \text{Вп}),$$

$$\dots$$

$$Y_{15} = f_{15}(\text{Э}, \text{П}, \text{Сс}, \text{Вп}).$$

Таким образом, среда рассмотрена как «черный ящик», на вход которого подано «институциональное воздействие», а его выходом являются четыре аргумента (фактора) переключательной функции. Для

анализа работы такого ящика выделим четыре группы переключательных функций по числу активно отреагировавших на институциональное воздействие факторов – группа с одним, двумя, тремя и четырьмя факторами (таблица 1) проведем анализ возможных реакций переключательных функций и групп на институциональное воздействие, Количество реакций аргументов соответствует области определения переключательной функции $D(f)$.

Таблица 1 - Состав групп переключательных функций (ПФ)

Группы ПФ	Состав групп	Область определения		Вероятность	
		ПФ	Групп	ПФ	Групп
0	$f_{(0)}$	1	1	0,01	0,004
1	$f_{(1,2,4,8)}$	3	12	0,02	0,048
2	$f_{(3,5,6,9,10,12)}$	9	54	0,08	0,218
3	$f_{(7,11,13,14)}$	27	108	0,24	0,436
4	$f_{(15)}$	73	73	0,65	0,294
	Сумма	112	247	1,00	1,000

Область определения переключательной функции, например, $D(f_1)$ первой группы определено возможными перемещениями активного фактора и равно трем, а всей группы $D(f_{1,2,4,8})=12$.

Область определения переключательной функции, например, $D(f_3)$ второй группы определяется для двух случаях – когда соответствующие активные факторы переключательной функции приняли одинаковые и различные направления перемещения направление перемещения. В первом случае область определения равна трем, во втором – 6. Таким образом, область определения $D(f_3) = 9$. Такая же область определения и для других переключательных функций.

Область определения седьмой переключательной функции $D(f_7)$ формируется под влиянием трех случайных событий:

- событие, при котором активные факторы переместились одновременно в одном из трех направлений, область определения $D(f_7) = 3$. Область определения для этого события третьей группы переключательных функций $f_{(7,11,13,14)} = 3 \cdot 4 = 12$.

- Событие, при котором активные факторы переместились по трем разным направлениям, область определения $D(f_7) = 3! = 6$. Область определения для этого

события третьей группы переключательных функций $f_{(7,11,13,14)} = 6 \cdot 4 = 24$.

- Событие, при котором переместились в одном направлении и один в другом направлении, область определения $D(f_7) = C_{3(2,1)} \cdot 3! = 18$. Область определения для этого события третьей группы переключательных функций $f_{(7,11,13,14)} = 18 \cdot 4 = 72$.

Область определения пятнадцатой переключательной функции $D(f_{15})$ можно определить путем представления числа 4 в виде слагаемых, спецификаций.

4=4. Правая часть выражения означает, что все четыре фактора переместились в одном и том же направлении. Область определения равна трем.

4=3+1. Выражение означает, что три фактора переместились в одном и том же направлении, и один фактор переместился в отличном от них направлении. Область определения функции определяется формулой число сочетаний с повторениями $C_{4(3+1)} \cdot C_{4,3} = 16$.

4=2+2. Область определения переключательной функции равна $C_{4(2+2)} \cdot C_{3,2} = 18$.

4=2+1+1. Область определения переключательной функции равна $C_{4(2+1+1)} \cdot C_{3,2} = 36$.

4=1+1+1+1. Данное разложение противоречит принятому числу возможных перемещений, поэтому оно не принимается во внимание.

Таким образом, область определения переключательной функции $D(f_{15})$ равна 73.

Заключение

1. Предложен инструмент анализа состояния среды косвенного влияния на объекты предпринимательства, логистики, менеджмента в виде переключательных функций, позволяющий осуществить выборку из ее генеральной совокупности.

2. Результатами анализа являются:

- классификация переключательных функций по числу активных факторов,
- количество состояний аргументов каждой переключательной функции (область определения функции) и групп,
- определены вероятности состояний аргументов каждой переключательной функции и групп. Наибольшую вероятность имеют переключательные функции 3 и 4 группы, активность аргументов которых определена спецификациями, соответственно $\langle 2+2 \rangle$, $P_{\langle 2+1 \rangle} = 0,66$ и $\langle 2+1+1 \rangle$, $P_{\langle 2+1+1 \rangle} = 0,49$.

Библиографический список

1. Флейшман Б. С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем. – М.: «Сов. радио», 1971.
2. Пустобаев В. П. Элементы теории информационных процессов и технологий./В. П. Пустобаев: монография. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007.
3. Пустобаев В. П. Графическая модель макросреды в предпринимательстве / Экономика и предпринимательство. - №2. – 2011.
3. Парсонс Т. Понятия общества. Компоненты и их взаимоотношения // Реферативный журнал «Социология». – 1993. - № 3-4.
4. Институциональная экономика: Учебное пособие/Под рук. Акад. Д. С. Львова. – М.: ИНФРА-М, 2001.
5. Бердяев Н. А. О назначении человека/Н.А. Бердяев. – М. Мир, 1993
6. Черняк Ю. И. Системный анализ в управлении экономикой/Ю.И. Черняк. – М.: Экономика, 1975.
7. Холл А. Опыт методологии для системотехники/А. Холл. – М.: Сов. радио, 1975.

ANALYSIS OF THE MACROENVIRONMENT WITH POSITIONS BINARY FUNCTION

V. P. Pustobaev

The Used positions T. Parsons and D. Livova about composition of the macroenvironment. The Model of the macroenvironment is presented in the manner of four rolling squares, moving in closed space. For study of the possible conditions of the macroenvironment author uses the переключательные to functions, allowing draw a sample from her general collection of the conditions and define the statistical parameters of this sample.

Keywords: ambience, factor of the economy, factor of the right, factor of the social ambience, factor external politicians Introduction

Bibliographic list

1. Fleishman B.S. The Elements to theories to potential efficiency complex sistem. - M.: "Sov. radio", 1971.
2. Pustobaev V.P. The Elements to theories of the information processes and tehnologie/ V.P. Pustobaev: monografiya. - Omsk: SibADI, 2007.
3. Pustobaev V.P. Graphic model of the macroenvironment in enterprise / Economy and enterprise – 2011. -2.
3. Parsons T. Notions(Concepts) society. The Components and their relations // Referativnyy journal "Sociology - 1993. - 3-4.
4. Institucionalinaya economy: Training allowance/Under hands. Akad. D.S. Livova. - M.: INFRA-M, 2001.
5. Berdyaev N. A. About purpose person/N.A. Berdyaev. - M. World, 1993
6. Chernyak YU.I. The System analysis in management economics/YU.I. Chernyak. - M.: Economy, 1975.
7. The Holl A. Experience to methodologies for system design/A. Holl. - M.: Sov. radio, 1975.

Пустобаев Владимир Петрович – доктор педагогических наук, доцент, должность профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – Ситуационный подход к анализу сложных систем. Общее количество опубликованных работ: 120.

УДК 338.49; 330.43

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Н. А. Рослякова

Аннотация. В данной статье рассматриваются некоторые теоретические основы исследования транспортной инфраструктуры как части общественного сектора экономики. На основе официальных статистических данных 2010 г. производится корреляционный и регрессионный анализ связи факторов транспортного комплекса регионов Российской Федерации с региональным экономическим ростом. Анализируя параметры оцененных регрессионных моделей, делаются выводы о характере связи валового регионального продукта (ВРП) регионов России и рассмотренных в исследовании факторов транспортного комплекса.

Ключевые слова: региональная экономика, экономический рост, транспортная инфраструктура, регрессионный анализ.

Введение

Важность исследования региональной инфраструктуры обусловлена синтетической природой самого региона. Выступая функциональной частью национальной экономики, регион одновременно является и составной частью пространственной структуры, объединяя в себе особенные экономико-географические условия и в них ресурсы, население и производство. В.Н. Богачев определил несколько задач для региона как субъекта хозяйствования: во-первых, оценка влияния решений принимаемых предприятиями по критерию их индивидуальной прибыли на состояние региона, во-вторых, регулирование уровня и динамики издержек всей совокупности предприятий региона посредством развития региональной инфраструктуры [2].

Необходимость подобного регулирования обусловлена тем, что регионы в разной степени наделены факторами роста «первой природы», такими как наличие разрабатываемых источников природных ресурсов и выгодное географическое положение. Исследование [7] показывает, что на первое место в плане влияния на рост реального ВРП выходят информационные факторы. Наряду с ними большое значение для регионального экономического роста несут модернизационные процессы и агломерационные эффекты.

Тем не менее, как отмечает исследователь Н. В. Зубаревич для регионов Российской Федерации основным источником экономического роста выступают факторы «первой природы». Как следствие, только крупные города в современной России имеют

ресурсы для инновационного сдвига и ускоренного экономического роста [5]. Для остальных же регионов экономический рост является перспективной задачей неразрывно связанной с осуществлением модернизационных процессов.

Сфер, с которых возможно начинать модернизацию в России можно назвать много. Сейчас широко обсуждается необходимость новой индустриализации. Действительно, приняв во внимание, что ВРП не имеет устойчивой основы для роста, так как 27 % его формируется за счет оптовой и розничной торговли, а уровень промышленного производства современной России не превышает 80 % от уровня 1989 г., стоит признать актуальность модернизации в производственной сфере [4, 6, 8]. Однако с переходом к рыночной экономике и с завершением процесса приватизации, данная проблема вышла из поля комплексных и взаимно согласованных решений. С другой стороны, если обратить внимание на транспортную инфраструктуру, которая имеет столь же малые темпы обновления и износ порядка 85 % [3], то естественная и крупная монополия (ОАО «РЖД») и государственная собственность (на дороги общего пользования) позволяют искать комплексные и согласованные решения.

Если обратиться к теории вопроса, то региональная инфраструктура (в том числе транспортная, которой посвящена данная статья) являясь частью общественного сектора экономики, имеет особенность: созданная инфраструктура до уровня своей предельной загрузки способна принимать на себя кратные нагрузки, не требуя

дополнительных расходов. Однако при превышении уровня допустимой загрузки предельные издержки пользователей начинают ускоренно возрастать. Здесь речь идет о явлениях провала рынка, где наряду с агломерационным эффектом, зачастую проявляется и положительные внешние эффекты. Так затраты на создание инфраструктуры зачастую несет государство, а положительный внешний эффект, выражающийся в снижении транспортных затрат, получает производственный комплекс региона. Наличие именно таких особенностей является выражением специфики региона как хозяйствующего субъекта экономики (см. [1, 9]).

Явление провалов рынка является дополнительным доводом для комплексного рассмотрения проблемы транспортной инфраструктуры в экономике региона. Именно поэтому была поставлена цель: выявить наиболее значимые для ВРП регионов транспортные факторы, а также оценить сущность и параметры реакции ВРП на воздействия с их стороны.

В данной связи можно сформулировать задачу оценки того, как деятельность производственного сектора влияет на конечные показатели экономического развития региона (в данном исследовании будет рассматриваться ВРП). С другой стороны, не менее важно исследовать, как на этот же показатель влияет уже достигнутый уровень развития инфраструктуры. Далее предполагается построить эконометрические модели, которые позволили бы оценить пропорции связи ВРП регионов и факторов выбранных для рассмотрения. Не менее важно проанализировать построенные модели и попытаться объяснить природу полученных зависимостей.

Основная часть

Данная статья отражает часть исследования по оценке взаимосвязей между транспортным инфраструктурным комплексом и ВРП регионов России. Все рассматриваемые в данной статье факторы (независимые, эндогенные переменные) условно можно разделить на две группы: те, что выражают результаты деятельности производственного сектора экономики и те, что ограждают существующий уровень развития транспортной инфраструктуры. К первой группе отнесем: плотность производства ($plot_prom_i$) и суммарные и отдельно отправки грузов железнодорожным и автомобильным транспортом (sum_otgrz_i , $otgrz_gd_i$, $otgrz_avto_i$, соответственно). Ко второй группе: длину автомобильных и железных дорог в регионе в отдельности (dl_avto_i , dl_gd_i , соответственно), сумму длин автомобильных и железных дорог (sum_dl_i), плотность железных дорог ($plot_gd_i$), плотность автомобильных дорог ($plot_avto_i$), плотность сети автомобильных и железных дорог ($plot_seti_i$). Зависимой переменной (эндогенной) является ВРП региона (GRP_i). Исследование основывается на данных 2010 г. по 82 регионам Российской Федерации. Источником выступили официальные статистические данные [10, 11].

Первичное исследование взаимосвязи с помощью корреляционного анализа позволило выявить тесную связь ВРП как с производственными факторами, так и с факторами отражающими уровень развития инфраструктуры (результаты можно увидеть в таблице 1).

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа факторов транспортного комплекса, производственных факторов и ВРП

Название фактора	Коэффициент корреляции с GRP_i
$plot_prom_i$	0,89
$plot_avto_i$	0,82
$plot_seti_i$	0,81
$plot_gd_i$	0,71
$otgrz_avto_i$	0,60
sum_otgrz_i	0,48
dl_gd_i	0,15
sum_dl_i	0,14
dl_avto_i	0,13
$otgrz_gd_i$	0,08

Из таблицы видно, что наиболее тесная линейная связь ВРП регионов с удельными (по площади региона) показателями. Показатели отправки грузов автомобильным транспортом и суммарные отправки грузов автомобильным и железнодорожным транспортом имеют связь среднего уровня. Значительно меньше изменение ВРП связано с изменением протяженности дорог общественного назначения.

Далее с помощью программного средства EViews была оценена группа линейных регрессионных моделей. Сразу стоит оговориться, что все полученные модели гетероскедастичны (оценка производилась с помощью теста Уайта на перекрестных

условиях). Это является следствием высокой степени вариации данных для всех рассматриваемых переменных по всей выборке регионов. Вариация по любому из факторов составляет не меньше, чем несколько порядков. На рис. 1. представлен график для одной модели из группы ($GRP_i = 6235 * sum_otgrz_i + 1155.6 * plot_seti_i$)

речь о которой пойдет ниже. Можно видеть типичную для гетероскедастичности остатков ситуацию, увеличения ошибки при увеличении значения зависимой переменной, подобный вид графика характерен также для всех остальных моделей.

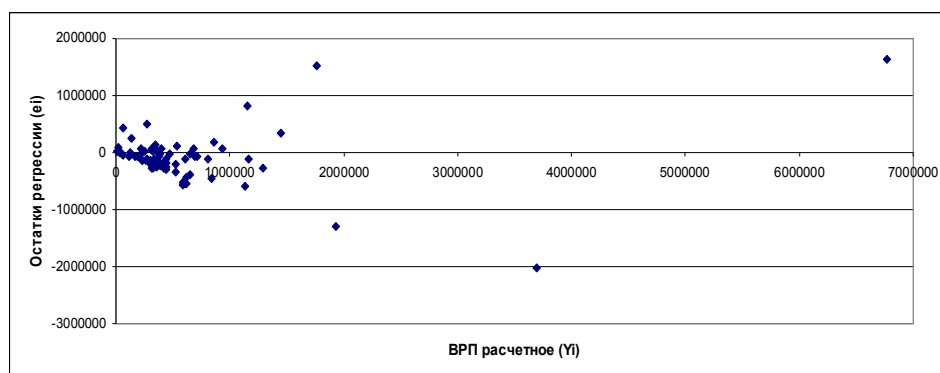


Рис. 1. Зависимость остатков от расчетного эндогенного параметра

На рисунке ясно видно, что с увеличением ВРП увеличивается и дисперсия. В дальнейшем исследовании предполагается перейти к нескольким более однородным группам регионов, что по предположению должно уменьшить дисперсию остатков.

Также стоит отметить, что независимые переменные в моделях подбирались таким образом, чтобы избежать мультиколлинеарности (оценка производилась с помощью алгоритма

Феррара-Глобера). Для всех моделей также была произведена оценка на автокорреляцию остатков с помощью теста Бреуша-Годфри.

В результате регрессионного анализа были получены четыре статистически надёжные и значимые модели, параметры регрессии для них представлены в таблицах 2 - 5:

$$GRP_i = 80129.1 * plot_prom_i + 38.5 * dl_avto_i \quad (1)$$

Таблица 2 – Параметры регрессии для модели (1)

Dependent Variable: GRP_i				
Method: Least Squares				
Sample: 1 82				
Included observations: 82				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
$plot_prom_i$	80129.13	4129.210	19.40544	0.0000
dl_avto_i	38.51192	4.883673	7.885852	0.0000
R-squared	0.823294	Mean dependent var		489591.6
Adjusted R-squared	0.821086	S.D. dependent var		1016173.
S.E. of regression	429823.5	Akaike info criterion		28.80422
Sum squared resid	1.48E+13	Schwarz criterion		28.86293
Log likelihood	-1178.973	F-statistic		372.7304
Durbin-Watson stat	1.954833	Prob(F-statistic)		0.000000

$$GRP_i = 79983.8 * plot_prom_i + 34.8 * sum_dl_i \quad (2)$$

Таблица 3 – Параметры регрессии для модели (2)

Dependent Variable: <i>GRP_i</i> Method: Least Squares Sample: 1 82 Included observations: 82				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<i>plot_prom_i</i>	79983.80	4097.791	19.51876	0.0000
<i>sum_dl_i</i>	34.76063	4.328759	8.030161	0.0000
R-squared	0.826103	Mean dependent var		489591.6
Adjusted R-squared	0.823930	S.D. dependent var		1016173.
S.E. of regression	426393.4	Akaike info criterion		28.78820
Sum squared resid	1.45E+13	Schwarz criterion		28.84690
Log likelihood	-1178.316	F-statistic		380.0436
Durbin-Watson stat	1.970860	Prob(F-statistic)		0.000000

$$GRP_i = 6119.4 * sum_otgrz_i + 1378.5 * plot_avto_i \quad (3)$$

Таблица 4 – Параметры регрессии для модели (3)

Dependent Variable: <i>GRP_i</i> Method: Least Squares Sample: 1 82 Included observations: 82				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<i>sum_otgrz_i</i>	6119.392	685.9855	8.920585	0.0000
<i>plot_avto_i</i>	1378.534	83.03283	16.60228	0.0000
R-squared	0.825281	Mean dependent var		489591.6
Adjusted R-squared	0.823097	S.D. dependent var		1016173.
S.E. of regression	427400.1	Akaike info criterion		28.79292
Sum squared resid	1.46E+13	Schwarz criterion		28.85162
Log likelihood	-1178.510	F-statistic		377.8792
Durbin-Watson stat	2.159881	Prob(F-statistic)		0.000000

$$GRP_i = 6235 * sum_otgrz_i + 1155.6 * plot_seti_i \quad (4)$$

Таблица 5 – Параметры регрессии для модели (4)

Dependent Variable: <i>GRP_i</i> Method: Least Squares Sample: 1 82 Included observations: 82				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<i>sum_otgrz_i</i>	6234.989	708.9458	8.794732	0.0000
<i>plot_seti_i</i>	1155.628	72.85685	15.86163	0.0000
R-squared	0.812612	Mean dependent var		489591.6
Adjusted R-squared	0.810270	S.D. dependent var		1016173.
S.E. of regression	442624.8	Akaike info criterion		28.86292
Sum squared resid	1.57E+13	Schwarz criterion		28.92162
Log likelihood	-1181.380	F-statistic		346.9221
Durbin-Watson stat	2.285739	Prob(F-statistic)		0.000000

Так как модели имеют принципиально схожую структуру: два фактора, отсутствие свободного члена, построены по одной выборке, то возможно описать их совместно и сделать обобщения и выводы.

Статистическая значимость коэффициентов при независимых переменных оценивается с помощью критерия Стьюдента (в таблицах 2 – 5 *t*-Statistic). Для данного числа степеней свободы ($df=n-m-1=82-2-1=79$, где n – количество наблюдений, m – количество регрессоров в модели) табличное значение критерия равно 1.99. Так как рассчитанные для всех коэффициентов всех моделей критерии превосходят табличное значение, следовательно, делаем вывод о значимости оцененных коэффициентов.

Так как все модели содержат одинаковое число факторов можно сравнивать их по не нормированному коэффициенту детерминации (*R*-squared). Из регрессионного анализа видно, что он достаточно высок для всех моделей и составляет не менее 0.812. Это свидетельствует, что валовый выпуск макросистемы более чем на 81 % описывается двумя независимыми переменными, оцениваемыми в каждой модели.

Если говорить об оценке статистической надежности уравнения регрессии, то необходимо исследовать критерий Фишера (*F*-statistic). Он должен превосходить табличное значение для данного количества факторов $m=2$ и числа степеней свобод $df=79$. Табличное значение составляет 19.48. Из таблиц с параметрами регрессии можно видеть, что все расчетные критерии Фишера значительно превосходят табличное значение. На основании этого можно сделать вывод о том, что любое из четырех уравнение статистически надежно и значимо, а также же адекватно описывает исходные данные.

Стоит обратить внимание, что коэффициенты при переменной плотность производства ($plot_prom_i$) в моделях (1) и (2) и при переменной суммарная отправка грузов автомобильным и железнодорожным транспортом (sum_otgrz_i) в моделях (3) и (4) незначительно отличаются, что можно считать дополнительным доказательством достоверности полученных оценок.

Все полученные в моделях коэффициенты положительные числа, это означает, что приращение любого из факторов ведет к увеличению ВРП региона. Если сравнивать удельные показатели, такие

как плотности производства, автомобильных дорог и сети, то следует сказать, что каждая произведенная на 1 км² тысяча тонн продукции формирует порядка 80 млрд. руб. в ВРП региона. С другой стороны, увеличение плотности дорог на 1 км. на км² влечет увеличение лишь на миллиард с небольшим (1.38 в случае с автомобильными дорогами и 1.16 в случае с сетью).

Здесь важно обратить внимание на не выраженное ярко влияние протяженности и плотности железных дорог. Выше отмечалось, что фактор sum_dl_i представляет сумму автомобильных и железных дорог. Если рассматривать модель (1), то каждый дополнительный км. автомобильных дорог будет нести приращение ВРП на 38.5 млн. руб. Если предполагать приращение фактора sum_dl_i за счет увеличения протяженности железных дорог, то это будет вести меньшему эффекту (от каждого дополнительного км. увеличение ВРП составит 34.8 млн. руб.). Из этого можно сделать вывод, что включение в анализ протяженности железных дорог ведет к уменьшению положительного влияния прироста протяженности дорог в регионе на его ВРП. Сравнив коэффициенты моделей, можем сделать вывод о том, что увеличение протяженности автомобильных дорог на 1 км. более существенно влияет на валовый выпуск регионов России, нежели увеличение протяженности железнодорожных путей.

Аналогичное будет справедливо для $plot_avto_i$ и $plot_seti_i$, так как эти факторы являются удельными показателями длины автомобильных дорог и суммарной протяженности дорог в регионе, о которых говорилось выше. Это отражается в моделях (3) и (4). Если принять предположение: увеличение плотности автомобильных дорог на 1 км. на км² через модель (3), то это выразится в большем приросте ВРП, нежели при рассмотрении того же явления через модель (4). В первом случае прирост составит 1.38 млрд. руб., во втором – 1.16 млрд. руб.

Очень сложно сравнить между собой влияние на ВРП удельного показателя плотности производства ($plot_prom_i$) и абсолютного показателя суммарной отправки грузов автомобильным и железнодорожным транспортом (sum_otgrz_i). Важно отметить, что коэффициенты оценены для факторов с разным порядком измерений ($plot_prom_i$ – тыс. тонн на км², sum_otgrz_i – млн. тонн). Рассмотрим очень условный пример, который позволит получить относительную оценку.

Площадь i региона Российской Федерации равна 206.36 тыс. км² (взято среднеарифметическое значение площадей регионов рассматриваемых в нашем исследовании). Увеличение плотности производства в таком регионе на 0,1 тыс. тонн на км² эквивалентно 20.64 млн. тонн дополнительного выпуска продукции. Если предположить, что весь произведенный продукт будет куда-либо отправлен по дорогам, то согласно моделям (3) и (4) мы получим прирост ВРП порядка 126.3 – 128,7 млрд. руб. Если же оценить это изменение через удельный показатель по моделям (1) и (2), то эффект будет много меньшим (порядка 8 млрд. руб.). То есть, не смотря на то, что коэффициенты при факторе плотность производства намного выше, чем при факторе суммарная отправка грузов, положительное влияние последнего на ВРП оказывается намного более существенным.

Выводы

Представленные в данной статье результаты регрессионного анализа позволили получить модели, которые представляют некоторые взаимосвязи транспортного комплекса региона с его валовым региональным продуктом. Можно сказать, что модернизация (в виде прироста факторов отражающих уровень развития транспортной инфраструктуры в регионе) и интенсификация использования транспортной инфраструктуры (в виде увеличения факторов отражающих производство региона) положительно влияют на увеличении валового выпуска регионов. В части интенсификации это может являться свидетельством того, что еще не исчерпан потенциал эффективного использования существующей сейчас инфраструктуры. Также видно, что модернизация транспортной инфраструктуры позволит не только улучшить качество, обеспечив тем самым положительные эффекты производственному комплексу, но и повлияет на сам конечный продукт региона.

Также стоит констатировать, что разные части инфраструктуры в разной степени влияют на ВРП, так расширение сети автомобильных дорог приведет к большему положительному эффекту, нежели расширение сети железных дорог. То же можно сказать и про плотность автомобильных и железных дорог.

Очевидно, что при средней силе линейной связи с ВРП фактора суммарная отправка грузов автомобильным и железнодорожным транспортом, каждая

дополнительная единица несет большее влияние на ВРП, чем любой другой фактор, оцененный в моделях.

Библиографический список

1. Ахинов, Г. А., Жильцов, Е. Н. Экономика общественного сектора – М.: ИНФРА-М, 2008. – 343 с.
2. Богачев, В. Н. Регионы России: теория, проблемы Сибири, экономика строительства. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 1999. – 160 с.
3. Горбунов, А., Сиваков, Д. Большая проблема для большой страны // Эксперт. – 2012. - №46 (828). – С. 32-35.
4. Гурова, Т., Ивантер, А. Мы ничего не производим // Эксперт. – 2012. - №47 (829). – С. 19-26.
5. Зубаревич, Н. В. Региональное развитие и региональная политика за десятилетие экономического роста // Журнал Новой Экономической Ассоциации. – 2009. - №1-2. – С. 161-174.
6. Ивантер, А., Обухова, Е. Чем пахнут ремесла // Эксперт. – 2012. - №48 (830). – С. 17-22.
7. Нижегородцев, Р. М., Горидько, Н. П. Факторный анализ производства и кластеризация регионов российского Севера / Экономический механизм и особенности инновационной политики на Севере / под науч. ред. д.э.н. В. С.Селина, к.т.н. В. А. Цукермана. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2012. С. 169-184.
8. Примаков, Е. М. Нам нужна новая модернизация // Российская газета [Электронный ресурс]. – 09.06.2012. URL: <http://www.rg.ru/2012/06/09/primakov.html>
9. Пчелинцев, О. С. Региональная экономика в системе устойчивого развития / О. С. Пчелинцев; Ин-т народнохозяйственного прогнозирования РАН. – М.: Наука, 2004. – 258 с.
10. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2011: Стат. сб. / Росстат. – М.: 2011. – 662 с.
11. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: Стат. сб. / Росстат. – М.: 2011. – 990 с.

MEASURING OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PARAMETERS OF REGIONAL TRANSPORT COMPLEX AND REGIONAL ECONOMIC GROWTH

N. A. Roslyakova

This article discusses some of the theoretical foundations of the research of the transport infrastructure as part of the public sector of the economy. The author makes correlation and regression analysis on the basis of official statistical data. The analysis investigates relationship of the factors of regional transport complex and regional economic growth. The parameters of regression models help to make conclusions about the nature of relation between regional GRP and the factors of the transport complex considered in the research.

Bibliographic list

1. Ahinov, G., Zhiltsov, E. Public Economics. – Moscow: INFRA-M, 2008. – 343 p.
2. Bogachev, V. Russian regions: theory, problems of Siberia, construction economics. – Novosibirsk: Pub. IEIE SB RAS, 1999. – 160 p.
3. Gorbunov, A., Sivakov, D. A big problem for the big country // Expert. – 2012. - №46 (828). – p. 32-35.
4. Gurova, T., Ivanter, A. We produce nothing // Expert. – 2012. - №47 (829). – P. 19-26.
5. Zubarevich, N. Regional development and regional policy for decade of economic growth // The Journal of the New Economic Association. – 2009. - №1-2. – P. 161-174.
6. Ivanter, A. Obuhova, E. What kind of smell crafts // Expert. – 2012. - №48 (830). – p. 17-22.
7. Nizhegorodtsev, R., Goridko, N. Factor analysis of the production and clustering of the regions of Russian North / Economic mechanism and features of innovation policy in the North. Apatity: Pub. Kola science centre RAS, 2012. p. 169-184

8. Primakov, E. We need a new modernization // Russian newspaper. - 09.06.2012. URL: <http://www.rg.ru/2012/06/09/primakov.html>

9. Pchelintsev, O. Regional economics in the system of sustainable development / O. Pchelintsev; IEF RAS. – Moscow: Science, 2004. – 258 p.

10. Regions of Russia. Main characteristics of the Russian Federation subjects. 2011: Stat. coll./Rosstat. – Moscow: 2011. – 662 p.

11. Regions of Russia. Social and economic indicators. 2011: Stat. coll./Rosstat. – Moscow: 2011. – 662 p.

Рослякова Наталья Андреевна – аспирант Института Экономических Исследований ДВО РАН. Основное направление научных исследований - региональная экономика, транспортная инфраструктура, транспортные затраты, эконометрическое моделирование. Имеет 12 опубликованных работ. Электронный адрес: roslyakovana@gmail.com

УДК 338.49: 656.1

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ МАРШРУТНЫХ СЕТЕЙ

К. Э. Сафронов, Э. А. Сафронов

Аннотация. Очевидность и наглядность транспортных проблем и их последствий создает ложное впечатление о простоте их решения, зачастую в стиле ручного управления. На самом деле нужен комплекс научных исследований по совершенствованию транспортной инфраструктуры городов и регионов в новых экономических условиях. Однако упрощенное представление об экономии средств лишает эту важную сферу научного сопровождения.

Ключевые слова: автобусные перевозки, маршрутная сеть, общественный транспорт, эффективность, субсидии, транспортная инфраструктура, доступность, мобильность.

Введение

Усложнение транспортной ситуации в городах РФ обусловлено рядом причин. Они очевидны для всех: устаревшие градостроительные нормативы, быстрый рост автомобилизации, низкое качество инфраструктуры, коррупция. Но не очевидны методы решения этих проблем, что связано с отсутствием полноценной научно-методической базы. Об этом пойдет речь в статье.

Результаты транспортных проблем – заторы, пробки, ДТП, ухудшение экологии – создают у несведущих людей ложные

представления о возможной простоте и скорости их решения. Отсюда легкость обещаний, несистемный подход, случайный, точечный характер мероприятий, метод ручного управления. В набор подобных мероприятий входит закрытие или открытие движения транспорта и людских потоков на отдельных участках. То же относится к стоянкам, светофорам, тарифам, видам транспорта. Аналогичный подход процветает и в сфере законодательства и проведения конкурсов [1]. Это означает отсутствие институционального подхода, игнорирование существующей структуры общественного

устройства. Таким образом, растет пропасть между наукой и производством.

Многолетние исследования в рамках научной школы СибАДИ «Транспортные системы городов и регионов», позволили комплексно подойти к совершенствованию законодательной базы, развитию транспортной инфраструктуры и маршрутных сетей, модернизации подвижного состава общественного транспорта, улучшению системы управления и субсидирования, совершенствованию градостроительных нормативов. В связи со значительным отставанием транспортной инфраструктуры приоритетное внимание целесообразно уделить совершенствованию маршрутных сетей городов и регионов. Маршрутная сеть – это совокупность маршрутов общественного пассажирского транспорта, предназначенная для обеспечения общественных пассажирских перевозок, ее совершенствование не требует особых затрат, но приносит значительный эффект.

Состояние муниципальных маршрутных сетей

В городах России объем пассажирских перевозок на городских сетях автобусных линий за последние 20 лет сократился в 5 раз, трамвайных и троллейбусных – в 3 раза, на сетях метрополитена – на четверть. Перевозки пассажиров снизились с 2000 г. по 2011 г. на автобусном транспорте в 2 раза, на трамвайном – в 3 раза, на троллейбусном – в 4 раза [2].

В настоящее время экономические факторы стали оказывать не прямое, а косвенное воздействие на сети городского пассажирского транспорта (ГПТ), проявившееся в первую очередь через гиперавтомобилизацию. За последние 15 лет парк легковых автомобилей в РФ, по данным Автостата, удвоился с 17,6 млн. шт. в 1997 г. до 36,9 млн. шт. в 2013 г. Именно рост уровня автомобилизации в большей степени изменил модальную структуру городских транспортных систем, особенно начиная с 2000-х гг. В этот период стало отчетливо проявляться воздействие другого фактора – институционального: существенную роль стал играть уровень компетентности властей в области городского транспорта и уровень транспортной мобильности в условиях гиперавтомобилизации с одной стороны, и появление ресурсов для финансирования общественного транспорта с другой [3].

В ряде городов, в т.ч. и в Омске, сформировались обширные сети маршрутных такси – параллельно существующие системы

общественного транспорта. В ряде стран (Украина, Казахстан) конкуренция со стороны маршрутных такси сделала сети муниципального транспорта полностью дотационными.

В условиях, когда основная транспортная работа легла на сети коммерческого пассажирского транспорта, муниципальный транспорт оказался мало востребован, что привело к еще большему сокращению пассажиропотоков на нем. Поэтому другим феноменом во многих городах РФ стал полный отказ от его субсидирования.

Процесс реформирования ГПТ в разных городах имеет свою специфику, выявленную на основе обзора открытой информации.

В Астрахани (850 тыс. жит.) в июле 2007 года ликвидирован трамвай, т.к. им никто не желал заниматься, обещали развивать вместо трамвая троллейбус, но это не сделали. По состоянию на 2011 год демонтаж путей полностью завершён, перевозки осуществляют в основном маршрутки.

Иваново (население около 400 тыс. жит.) стал шестым городом на пространстве СНГ, где в 2008 г. был полностью ликвидирован трамвай.

Саратов (население 830 тыс. жит.) задыхается в пробках из-за особенностей исторического центра, где практически не осталось возможностей для расширения проезжей части городских автодорог. Транспортные проблемы стоят давно, но анализа с научным подходом и воплощением в жизнь целевой программы до сих пор нет.

В Архангельске (население 350 тыс. жит.) трамвай ликвидировали в 2004 г., троллейбус в 2009 г. Общественный транспорт представлен на 80 % малыми автобусами, около 10 % пассажиров перевозится микроавтобусами, и лишь 5-10 % перевозок осуществляется автобусами большого класса. Архангельск стал одним из крупнейших в Европе и России городом без электротранспорта, и оставался таким, пока подобная ситуация не повторилась в Тюмени.

В г. Тюмени в 2009 г. в целях экономии бюджетных средств ликвидировали троллейбус, а в настоящее время происходит замена автобусов на микроавтобусы. Население возмущено до предела – резко снизилось качество транспортного обслуживания, особенно для социально незащищенных и маломобильных групп населения. Многие видят для себя решение транспортных проблем в приобретении личных автомобилей, что еще больше усугубит и без того сложную для города

проблему с пробками и экологией. Перегрузка требует огромных капитальных вложений в реконструкцию УДС, не сопоставимых с затратами на ГПТ. Теперь город вынужден ежегодно вкладывать в развитие УДС 3,5 млрд. руб.

Решение об объединении социальной и коммерческой маршрутных сетей принято в 2012 г. и в г. Омске. Оно может иметь следующие последствия:

- увеличение количества микроавтобусов;
- увеличение стоимости проезда;
- сокращение времени работы общественного транспорта в вечерние часы;
- снижение доступности транспорта для инвалидов и маломобильных граждан;
- не будут действовать проездные билеты и льготы.

Надежды мэрии на замену микроавтобусов на большие автобусы слишком оптимистичны: обещаниям частников верить сложно – они не имеют возможности перейти на подвижной состав большей вместимости. Такие планы уже строились в 2005 г. при принятии предыдущей маршрутной сети, которая разрабатывалась при участии авторов [4]. Прошло 12 лет, а результатов замены нет.

Городской пассажирский транспорт планомерно убыточен. Общество готово платить за общественный транспорт, т.к. без него невозможно нормально жить и работать, важно оптимизировать этот процесс. В развитых странах стараются увеличить долю общественного транспорта. Например, в Таллинне с 1 января 2013 г. общественный транспорт стал бесплатным для жителей города. Опыт Таллинна изучают в других европейских городах. В Риге пошли на эксперимент: в дни снегопада проезд делают бесплатным для автомобилистов по техпаспорту, чтобы разгрузить город. То же самое делают в Германии в наиболее загруженные дни недели. Введение бесплатного общественного транспорта в Таллинне оценил и мэр Нью-Йорка Майкл Блумберг, назвав это воплощением своей мечты.

В Омске, видимо еще не пришло время для осознания его значимости. В настоящее время даже значительная доля маршрутных такси – это наименьшее зло по сравнению с индивидуальным транспортом. В нашем городе дороги не рассчитаны на большие транспортные потоки и когда уровень автомобилизации достигнет европейского, ситуация усложнится до предела. Будем надеяться, что к этому времени в нашем

городе будет построено метро и сеть легкорельсового транспорта, тогда маршрутки займут свое законное место – подвозящего транспорта.

Методика совершенствования маршрутной сети

В настоящее время проблему транспортного обслуживания населения следует рассматривать комплексно, с учетом загрузки УДС города и оптимизации транспортных потоков [5]. Этот процесс должен развиваться под контролем муниципальных властей и регулироваться конкурсными механизмами. Для этого разработана методика совершенствования маршрутной сети, цель которой – поэтапная разгрузка УДС от транспортных потоков при постепенном увеличении объемов пассажирских перевозок.

Методика предусматривает решение проблемы транспортного обслуживания крупнейших городов в системе: пассажир – транспорт – дорога. В этой системе пассажир пользуется транспортом, т.е. подвижным составом различной вместимости, а он в свою очередь, воздействует на дорогу, загружая её транспортными потоками. У каждого из указанных элементов системы имеются свои показатели, которые отражают уровень функционирования маршрутной сети города в целом. Задача по снижению загрузки УДС города при сохранении или росте провозной способности подвижного состава решается путем оптимизации структуры парка по вместимости и количеству.

Получить исходную информацию о работе маршрутной сети можно на основе анализа отчетных данных и с помощью обследований, проводимых на остановках и в сечениях улиц с использованием видеокамер. Каждая видеозапись сопровождается при просмотре шкалой времени, при этом оператор в анкете отмечает данные о количестве:

- пассажиров на остановке;
- легкового, грузового и служебного транспорта;
- автобусов, троллейбусов, маршрутных такси по маршрутам;
- вошедших, вышедших и проехавших пассажиров и т.д.

Наполнение подвижного состава оценивается по количеству занятых мест, плюс число стоящих пассажиров. Полученные данные служат основой для всестороннего анализа технических и качественных показателей транспортного обслуживания населения, работы ГПТ и загрузки УДС.

В процессе анализа маршруты ГПТ делятся на шесть групп. Первая группа – маршруты, не требующие изменения, т.к. их трассировка не затрагивает центральной части города и основных городских магистралей. Вторая группа – маршруты с высоким коэффициентом непрямолинейности – 2 и более, что требует его снижения и, при возможности, доведения до норматива 1,1...1,3. Далее маршруты проверяются на предмет дублирования с другими маршрутами – это третья группа маршрутов. В четвертой рассматриваются маршруты, на которых сконцентрированы основные объемы перевозок. При этом происходит оптимизация парка по вместимости. В пятой группе обосновывается закрытие нерентабельных маршрутов. В шестой предлагается

разработка новых маршрутов с учетом площадок строительства и освоения территорий.

Поставленная задача по совершенствованию маршрутных сетей в различных городах решается путем оптимизации критерия (таблица 1). Объемы перевозок по вариантам должны вырасти от 1 до 9 %, а приведенный пробег – снизится от 4 до 20 %. Учитывая, что один большой автобус заменяет 6 микроавтобусов и 84 легковых автомобиля, реальное снижение загрузки УДС может составить 5-10 %. Следует отметить, что предложенные варианты были одобрены и реализованы в указанных городах кроме Омска и получили положительную оценку населения.

Таблица 1 - Динамика совершенствования показателей маршрутных сетей городов

Город	Рост объема перевозок, %	Приведенный пробег, %	Загрузка магистральной сети, %
Омск	+1	-20	-7
Сургут	+9	-20	-6
Курган	+5	-13	-5
Саранск	+3	-4	-2

Обновление подвижного состава

За последние 10 лет среднесуточное число подвижного состава автобусов в РФ сократилось на 34 % [2]. В настоящее время в крупных городах на долю коммерческого транспорта приходится 30-40 %, а в небольших городах и до 100% всего объема перевозок пассажиров. Например, в г. Омске регулярные перевозки пассажиров в 2011 г. осуществляли 906 ед. ГПТ – среди них 724 автобуса, 123 троллейбуса и 58 трамваев. Количество микроавтобусов в 3 раза выше, а их провозная способность в 4 раза ниже остальных видов транспорта, что приводит к излишнему перепробегу и перегрузке УДС. На центральных магистралях доля маршрутных такси, в приведенном к условному легковому автомобилю, транспортном потоке достигла 60 %. В объеме суточных перевозок микроавтобусы в среднем перевозят около 25 % пассажиров, а в час пик – более 40 %. Однако они и по сей день недоступны для льготников и маломобильных граждан.

Важным фактором совершенствования транспортной системы города является обновление подвижного состава путем замены его на модернизированный и доступный для маломобильных граждан к 2030 г. его доля должны вырасти до 55 % [6].

Уже сейчас в крупных городах перевозчикам независимо от форм собственности следует переходить к закупкам только доступного подвижного состава и, вместе с тем, необходимо реконструировать остановки на маршрутной сети. В г. Омске доля доступного подвижного состава ГПТ выросла с 1 % в 2005 г. до 16 % (без учета маршрутных такси) в 2012 г. На 54 маршрутах ГПТ работают 141 полунизкопольный автобус, 10 полунизкопольных троллейбусов, 4 трамвая с подъемниками, в городе функционирует служба социального такси. За это время приспособлено более ста из 1200 остановочных пунктов.

Состояние региональных маршрутных сетей

Региональная автобусная маршрутная сеть значительно отличается по своему функционированию от городской сети. Она работает по расписаниям, а не интервалам, которые необходимо координировать с другими видами транспорта. Большинство маршрутов нуждаются в бюджетной поддержке. Кроме того, необходим особый подход к безопасности и доступности перевозок, развитию сети автовокзалов. Анализ показал, что для решения этих вопросов еще не в полной мере

сформировалась научно-методическая и законодательная база.

За 2011 г. в РФ автобусным транспортом (включая маршрутные таксомоторы) перевезено 13305 млн пассажиров [2]. В этот объем входит более семи тысяч межрегиональных автобусных маршрутов, по которым на регулярной основе перевезено более 200 млн пассажиров. Во многих российских городах существующие объекты транспортной инфраструктуры не могут в полном объеме удовлетворить растущий спрос. Большинство городов испытывают потребности в устойчивых транспортных связях.

В целях обеспечения безопасности перевозок, повышения культуры и качества обслуживания пассажиров, создания цивилизованного рынка транспортных услуг и упорядочения процедуры открытия регулярных автобусных маршрутов между субъектами Российской Федерации (межобластных, межкраевых, межреспубликанских) приказом Минтранса России от 14 августа 2003 г. № 178 утвержден «Порядок формирования сети регулярных автобусных маршрутов между субъектами Российской Федерации». На сайте Минтранса ведется реестр регулярных автобусных маршрутов между субъектами РФ, где по состоянию на 25 декабря 2012 г. зарегистрирован 3881 маршрут. В настоящее время готовится к принятию проект федерального закона «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом по межрегиональным маршрутам».

Совершенствование региональной маршрутной сети

Большой объем региональных автобусных пассажирских перевозок осуществляется в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра. В 2012 г. в СИБАДИ по заказу Правительства автономного округа была выполнена НИР по теме «Мониторинг и анализ пассажиропотока по межмуниципальным и пригородным маршрутам, корректировка маршрутной сети с учетом взаимосвязки различных видов транспорта».

За последние 2 года в округе существенно изменились показатели: на 7 % упал пассажирооборот, вдвое сократилось число автобусов общего пользования, что связано со снижением перевозок в городах. Вместе с тем на 10 % вырос уровень автомобилизации населения и на 1 % число ДТП. В 2008 г. наблюдался максимум отправлений

пассажиров железнодорожным и автобусным транспортом общего пользования, который постепенно стал снижаться в связи с кризисом. В целом за период с 2006 по 2011 гг. уровень легковой автомобилизации вырос на 23 %.

Перевозку пассажиров автомобильным транспортом в автономном округе выполняют 17 организаций и более 700 индивидуальных предпринимателей, которые осуществляют 60 % от общего объема перевозок. Организации автомобильного пассажирского транспорта обеспечивают перевозки по 257 социально значимым маршрутам, в том числе по 157 городским и внутрирайонным и 100 межмуниципальным и пригородным маршрутам. Годовой пассажирооборот автомобильным транспортом составляет более 560 млн. пассажиро-километров, годовой объем перевозок пассажиров – более 40 млн.

Через автономный округ проходит 41 *межсубъектный коммерческий автобусный маршрут*, перевозки на которых можно оценить в 537000 пасс. в год.

На 70 *межмуниципальных и пригородных маршрутах, субсидируемых из окружного бюджета* в 2012 г., работал 91 автобус, перевозя ежегодно более миллиона пассажиров. Объем перевозок уменьшился на 2 %, а количество рейсов увеличилось на 7,5 % по сравнению с 2009 г.

Порядка 30 *маршрутов субсидируются из бюджетов муниципальных образований и являются пригородными и внутрирайонными*. Объем перевозок в 2012 г. увеличился на 24 %, а количество рейсов уменьшилось на 25 % по сравнению с 2009 г.

В то же время отсутствуют достоверные данные о работе *коммерческих внутрисубъектных маршрутов*, которых насчитывается порядка 30. Объем перевозок на них можно оценить, отняв от общего количества перевезенных пассажиров известные величины. Точно установить количество коммерческих маршрутов и определить их параметры, не позволяет отсутствие отчетности от перевозчиков и единой информационно-справочной системы расписаний. Статистика показывает, что основной объем перевозок реализуется на субсидируемых маршрутах, за работой которых организован должный контроль.

Координация расписаний различных видов транспорта

Сложность при организации взаимодействия различных видов транспорта порождает отсутствие единого подхода к

составлению расписаний. На воздушном, также как и на автобусном транспорте, в расписаниях указываются дни недели, например, ежедневно или 1, 3, 5, что означает понедельник, среда, пятница. На железнодорожном транспорте обычно указываются четные или нечетные дни календаря, или числа и месяц или периоды года. На водном транспорте может указываться лишь периодичность рейсов, например, «раз в неделю», «через день» или «через два на третий». На железнодорожном транспорте указывается московское время, на авиа, авто и речном – местное. Нет единого дня перехода на зимнее и летнее расписания, существуют периоды межсезонья, многое зависит от состояния путей передвижения и климатических условий. В условиях неопределенности и повышенного риска перевозчики не берут на себя ответственность за организацию пересадочных маршрутов. Эти проблемы требуют решения.

Процесс координации расписаний выглядит следующим образом. В качестве основного берется магистральный вид транспорта. Например, вылету самолета из аэропорта г. Ханты-Мансийска должны предшествовать прибытие теплохода и междугороднего автобуса с учетом времени, необходимого для поездки в аэропорт и посадки на борт. И наоборот, прилетевшие пассажиры должны быть отправлены теплоходами и автобусами до конечных пунктов назначения.

По завершении процесса по каждому пункту стыковки различных видов транспорта предложено откорректировать существующие расписания или организовать недостающие рейсы: по прибытию – за 2 ч. до самолета, за 1-1,5 до поезда (теплохода), по отправлению – через час после самолета, поезда, теплохода. Однако при переносе рейсов целесообразно учитывать сложившиеся пассажиропотоки и потребности людей и предприятий.

Прогноз развития маршрутной сети

С учетом предложений от глав муниципальных образований и автотранспортных предприятий и расчетов составлен прогноз развития маршрутной сети. Проведена оптимизация подвижного состава по вместимости и даны рекомендации по классам автобусов, используемых на маршрутах. Упорядочены расписания движения в соответствии с количеством рейсов, уточнено время отправления на отдельных маршрутах.

Общее количество рейсов в год зависит от регулярности суточного и недельного отправления и количества дней работы маршрута. Поэтому рост пассажиропотока можно компенсировать до определенного уровня за счет изменения вместимости подвижного состава. Резерв для этого на большинстве маршрутов есть. На отдельных пригородных маршрутах с периодичностью от 6 рейсов в сутки и более среднее наполнение доходит до 20 %. Корректировать периодичность отправления маршрутов и вместимость подвижного состава можно во время конкурсов и с помощью дополнительных соглашений.

Развитие межмуниципальной маршрутной сети до 2015 г. предусмотрено за счет включения в категорию субсидируемых отдельных коммерческих маршрутов и за счет открытия новых маршрутов. Этот процесс еще трудней спрогнозировать, т.к. открытие новых маршрутов зависит от готовности дорог, на что влияет множество других факторов, а также желания перевозчиков, наличия устойчивых пассажиропотоков, возможности бюджета, сложностей при согласовании маршрутов со всеми муниципальными образованиями по которым он проходит.

Подготовка конкурсной документации

Следующий этап работы над маршрутной сетью – проведение конкурсов, который включает процесс подготовки конкурсной документации, публичного обсуждения проекта маршрутной сети, согласования с главами муниципальных образований и формирования на этой основе лотов.

В соответствии с Постановлением от 29 декабря 2012 г. № 552-п, которое определяет порядок проведения конкурсов, составлены перечни субсидируемых из бюджета автономного округа межмуниципальных и пригородных маршрутов, а также коммерческих (не субсидируемых) маршрутов. В перечни входит следующая информация: наименование маршрута; период действия маршрута; протяженность рейса, км; время рейса, ч, мин.; путь следования; количество подвижного состава; категория подвижного состава; время отправления с начального пункта; дни отправления; время отправления с конечного пункта; дни отправления.

Обеспечение безопасности населения на транспорте. Совершенствование маршрутной сети должно быть увязано с «Комплексной программой обеспечения безопасности населения на транспорте», которая утверждена Распоряжением Правительства

РФ № 1285 от 30 июля 2010 года. В соответствии с этапами реализации Программы для противодействия терроризму, а также устранения противоправных и хулиганских действий на пассажирском транспорте автономного округа предлагается реализовать дополнительные мероприятия:

- в салонах транспортных средств всех перевозчиков, работающих на регулярных маршрутах, разместить памятки пассажирам с напоминанием о необходимости соблюдать бдительность во время поездки;

- в транспорте регулярно воспроизводить звуковые ролики с призывом незамедлительно сообщать водителю об обнаружении в салоне подозрительных бесхозных предметов;

- на территории пассажирских автотранспортных предприятий установить системы видеонаблюдения, которые позволят существенно повысить защищенность предприятия, и может оказать помощь правоохранительным органам в случае расследования противоправных действий;

- в автобусах установить видеорегистраторы с двумя встроенными камерами, направленными на дорогу и в салон. Данные требования включить в условия конкурса и договор.

Обновление подвижного состава

Потребность в обновлении подвижного состава автобусов определялась на основе заявок на поставку автобусов для пассажирских перевозок на межмуниципальных и пригородных маршрутах для АТП в рамках программы «Развитие транспортной системы Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2011-2013 годы и на период до 2015 года» в 2012 году.

Учитывая сложившееся техническое состояние парка автобусов, в первую очередь необходима замена автобусов, прошедших 100 % амортизацию и подлежащих списанию на текущий период эксплуатации. Согласно данным проведенного анализа, 18 ед. (28 %) необходимо обновить уже в 2012 г. При этом износ парка снизится до 62 %.

Наибольшую долю в приобретении составляют автобусы средней вместимости (6 ед., 33 %), малой – 8 ед. (44 %). В качестве основных характеристик, предъявляемых к соответствующему классу вместимости автобусов, выступают габаритные размеры автобуса (длина), вместимость, а также требования условий эксплуатации в данном регионе, что обуславливает использование определенной модели автобуса.

За период с 2013-2015 г. обновление оставшегося парка необходимо производить планомерно. Динамика обновления парка должна составлять 15 % ежегодно, т.е. 2013 г. – 10 ед., 2014 – 10 ед., 2015 г. – 10 ед., всего 30 ед. Износ парка при этом достигнет 48 %. В 2013 г. запланирована покупка и поставка автобусов для пассажирских перевозок на межмуниципальных и пригородных маршрутах на сумму – 30 млн руб. Структура приобретаемого подвижного состава по вместимости аналогична приведенной программе обновления, т.е. с учетом сложившейся структуры парков в данных районах.

Доступность региональных пассажирских перевозок для инвалидов

В настоящее время существует ряд законов, обязывающих владельцев и организаторов перевозок обеспечить доступность транспортной инфраструктуры для инвалидов и маломобильных групп населения. В стране и большинстве регионов реализуется госпрограмма «Доступная среда» на 2011-2015 годы. Необходимо обеспечить доступность вокзалов и остановок всех видов транспорта и организовать выпуск доступного подвижного состава.

В настоящее время доля доступного транспорта для маломобильных граждан на субсидируемых из бюджета автономного округа маршрутах составляет 9,2 %. Для обеспечения рекомендуемой доли доступного парка в 12 % в общем объеме автобусного парка, необходимо приобретение доступной техники взамен устаревшей на межмуниципальных и пригородных маршрутах до 2015 г. в объеме 8-10 ед. Однако этот подвижной состав будет работать на разных маршрутах, таким образом, не на каждом маршруте появится доступный автобус. Выход следует искать в организации заказных рейсов службой социального такси. В перспективе до 2030 г. целесообразно обеспечить на каждом маршруте работу доступного для инвалидов и маломобильных граждан подвижного состава.

Обеспечение доступности автовокзалов осуществляется путем реализации требований СП 59.13330.2012, которые вступили в действие с 1 января 2013 г. В них отражены международные нормы по доступности зданий и сооружений для инвалидов и маломобильных групп населения. Объекты транспортной инфраструктуры относятся к приоритетным сферам жизнедеятельности и подлежат паспортизации на доступность.

Развитие сети автовокзалов

В последние годы в автономном округе ведется интенсивное дорожное строительство, направленное на улучшение транспортной доступности населенных пунктов и повышение качества транспортного обслуживания. Реконструирован автовокзал в г. Мегион, построены: автовокзал в г. Радужный, железнодорожный вокзал с автостанцией в Нижневартовске, авторечвокзал в г. Ханты-Мансийске. Сдана первая очередь многофункционального вокзала в Приобье. Строится железнодорожный вокзал с автостанцией в г. Нягань. Количество действующих автовокзалов достигло 20, включая 7 вахтовых.

Обоснованием для расчета параметров автовокзалов послужили данные о расписаниях автобусных маршрутов, полученные от автотранспортных предприятий, из открытых источников и сведенные в таблицы по районам автономного округа, где по каждому пункту отправления определено расчетное количество маршрутов, рейсов и отправок пассажиров в сутки.

На этой основе уточнены показатели существующих 13 автовокзалов (за исключением 7 вахтовых) и предложены параметры для строительства 15 новых автовокзалов. Строительный объем, приходящийся на 1 пассажира зависит от размера автовокзала и составляет от 20 до 36 м³. Для оценки стоимости строительства использован набор типовых проектов и поправочные коэффициенты. Стоимость строительства 1 м³ составила от 30 до 50 тыс. руб.

В последнее время наблюдается большая потребность в недорогих гостиницах и мотелях. Люди передвигаются на автобусах и автомобилях и гостиницы при автовокзалах могли бы стать отличным местом отдыха и источником содержания автовокзальных комплексов.

Заключение

Экономическая эффективность исследований заключается в экономии бюджетных средств за счет оптимизации работы маршрутов, снижения ДТП, использования модернизированного подвижного состава, разгрузки УДС. Социальная эффективность маршрутной сети заключается в ее дальнейшем развитии и проявляется в экономии времени населением при передвижениях, повышении доступности транспортных услуг, росте мобильности

населения, повышении качества транспортного обслуживания.

Библиографический список

1. Национальная концепция устойчивых городских транспортных систем – М.: «Алекс», 2013. – 192 с.
2. Транспорт и связь в России. 2012. – URL: <http://www.gks.ru>
3. Зюзин П. В. Пространственная трансформация сетей городского пассажирского транспорта в России в 1990 -2010 гг. // Региональный потенциал: анализ, оценка, капитализация. Под ред. В. А. Столбова / Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. уч. – Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010. – С. 57-60.
4. Сафронов Э., Сафронов К., Киммель Д. Начало реформирования ГПТ – совершенствование маршрутных сетей городов // Автомобильный транспорт. –2004. –№ 5. –С. 57-58.
5. Сафронов Э. А., Сафронов К. Э. Инновационные подходы к совершенствованию муниципальных транспортных систем // Грузовик. – 2012. - №3.– С. 8-14.
6. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Проект, Москва, 2012 г. – URL: <http://www.mintrans.ru>.

INCREASE OF EFFICIENCY OF MUNICIPAL AND REGIONAL ROUTING NETWORKS

K. Safronov, E. Safronov

Evidence and the presentation of transport problems and their consequences creates false impression about simplicity of their decision, frequently in style of manual management. A complex of scientific researches on perfection of a transport infrastructure of cities and regions in new economic conditions actually is necessary. However, the simplified representation about economy of means deprives this important sphere of scientific support.

Bibliographic list

1. National concept of steady urban transport systems. – М.: Alex, 2013. – 192 p.
2. Transport and communication in Russia. 2012. – URL: <http://www.gks.ru>
3. Zyzin P. Spatial transformation of networks of urban passenger transport in Russia in 1990-2010 rr. // Regional potential: the analysis, estimation. Under V. Stolbov / International scientific and practical conference. – Perm, 2010. – P. 57-60.
4. Safronov E., Safronov K., Kimmel D. Began of reforming UPT- perfection of routing networks of cities // Motor transport, 2004. – № 5. – P. 57-58.
5. Safronov E., Safronov K. Modern the approaches to perfection of municipal transport systems // Grouzovik. – 2012. – № 3. – P. 8-14.
6. Transport strategy of Russian Federation for the period till 2030. The project, Moscow, 2012. – URL: <http://www.mintrans.ru>.

Сафронов Кирилл Эдуардович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – организация транспортного обслуживания инвалидов и оценка социально-экономической эффективности доступности. Имеет 100 опубликованных работ. E-mail: transistem@rambler.ru

Сафронов Эдуард Алексеевич - доктор технических наук, профессор кафедры «Городское строительство и хозяйство». Основное направление исследований – транспортные системы городов и регионов. Общее количество опубликованных работ: 150. E-mail: sibadi1@rambler.ru

УДК 656.078.1

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРЕДПРИЯТИЯМ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Е. В. Табачникова

Аннотация: Рассмотрены теоретические подходы к определению категорий «устойчивость», «устойчивое развитие» на уровне предприятия. Обозначена проблематика и дальнейшие направления развития концепции устойчивого развития с учётом отраслевой специфики.

Ключевые слова: устойчивое развитие, устойчивость, сложная система, факторы устойчивости, оценка устойчивости.

Введение

Вопрос обеспечения эффективности предприятия является актуальным для хозяйствующих субъектов, осуществляющих различные виды деятельности в условиях конкурентного рынка. На протяжении первого десятилетия экономических реформ, а также в дальнейшем в результате негативных последствий финансовых кризисов 1998-го и 2008-го годов особую значимость для российских автотранспортных предприятий имела модель «выживания», характеризующаяся тем, что у предприятия в таких условиях крайне ограничены возможности для приспособления к изменениям факторов внешней среды. По мере стабилизации условий функционирования на первый план выдвигаются проблемы адаптации, эффективного функционирования и устойчивого развития предприятия.

Согласно мнениям экспертов, на территории России за годы экономических реформ состоялось формирование рынка транспортных услуг. Интеграция России в мировую экономику, вступление в ВТО, либерализация транспортного рынка требуют пересмотра тактики поведения транспортных компаний. Задачи, вызванные необходимостью обеспечить выживание

транспортного предприятия, уступили задачам, связанным с сохранением и улучшением рыночных позиций. Другими словами, на первый план вышла проблема устойчивого развития предприятия.

Основная часть

Концепция устойчивого развития появилась сравнительно недавно – в 80-х годах XX века. «Устойчивое развитие» как ключевая категория концепции жизнеспособного или устойчивого развития была определена в результате дебатов относительно альтернативных подходов к формированию политики охраны окружающей среды, проходивших в 1987 году в рамках сессии Всемирной Комиссии по вопросам окружающей среды и развития. В настоящее время нельзя еще говорить о едином понимании «устойчивости», но достаточно распространенным является следующий подход к пониманию данного термина: «удовлетворение потребностей настоящего без угрозы для возможности удовлетворения потребностей будущих поколений». Таким образом, прежде всего, необходимо отметить, что устойчивость предполагает не только ориентацию на краткосрочные цели, но и на будущее с учетом реализации принципа равноправия между поколениями.

Определенные сложности возникают при конкретизации таких категорий как «устойчивость» и «устойчивое развитие», поскольку термин «устойчивость» нередко употребляется как синоним состояния отсутствия негативных явлений, синоним надежности, стабильности и безопасности. С целью уточнения сущности данных категорий далее представлены результаты исследования, заключающегося в обзоре, обобщении и оценке различных подходов к определению указанных терминов. Необходимо отметить, что результаты рассмотрения вышеозначенных вопросов позволяют сделать вывод о том, что на сегодняшний день единое общепринятое мнение по определению категории «устойчивость» применительно к сложной системе пока еще не сложилось.

Необходимо отметить, что кроме работ по устойчивому развитию существует обширная литература, посвященная изложению результатов научных исследований и практических разработок по близким к данной проблеме темам: риск-менеджмент, страхование бизнеса, антикризисное управление, управление в чрезвычайных ситуациях, экономическая безопасность бизнеса и др.

В целом же, следует констатировать, что среди исследователей проблемы устойчивости предприятия существуют значимые разногласия в толковании предмета исследования.

Так, например, В. В. Иоффе предложил рассматривать устойчивость как системную характеристику объекта, свойство, образуемое всеми его элементами, «устойчивость предприятия в широком смысле представляет собой характеристику его сопротивляемости изменениям среды (внешним и внутренним)» [7]. Или: «...устойчивость больших систем характеризуется их способностью сохранять намеченную траекторию движения несмотря на внешние возмущения» [2].

Следует отметить, что предприятие традиционно рассматривается как социально-экономическая система. Если обратиться к кибернетике, то под системой понимается объединение любых элементов, представляющее собой связанное целое [10]. Термин «система» определяется также тем, что функционирование системы направлено на достижение заданной цели. Модель системы предполагает задание полной совокупности системообразующих аспектов, а именно:

- системно-компонентного;
- системно-структурного;
- системно-функционального;
- системно-интегративного;
- системно-коммуникационного др.[2].

В качестве элементов системообразующей среды рассматриваются:

- вещество (применительно к предприятию по данной позиции предлагается рассматривать все виды ресурсов);
- процесс (применительно к предприятию – совокупность бизнес-процессов, составляющих производственный процесс);
- связь — передача вещества с выхода одного процесса на вход другого (применительно к предприятию – производственные и управленческие технологии).

Важным моментом в понимании устойчивости является тот факт, что устойчивость может быть присуща не только фиксированному состоянию системы, но и ее изменениям. Так, в качестве основных видов устойчивости изменений выделяются:

- систематическая устойчивость развития, характеризующаяся такими изменениями, которые завершаются приращением результата не ниже допустимого минимума и не выше объективно детерминированного максимума;
- перманентная устойчивость развития, когда изменения проявляются лишь эпизодически и непродолжительно;
- гиперустойчивость развития, возникающая в том случае, когда система мало способна к развитию.

Сложно выделить абсолютный вид устойчивости применительно к деятельности предприятия. Так, Кучин Б.Л. и Якушева Е.В. считают, что: «...слишком устойчивая система к развитию неспособна, т.к. она подавляет любые отклонения от своего гиперустойчивого состояния. Для перехода в качественно новое состояние система должна оказаться неустойчивой. Однако перманентная устойчивость - это другая крайность, также вредная для развивающейся системы, как и гиперустойчивость, ибо она исключает запоминание, закрепление в системе характеристик, полезных для взаимодействия с внешней средой, т.е. того, кто определяет устойчивую структуру системы» [7]. Следует сделать вывод о целесообразности стремления предприятия к достижению состояния систематической устойчивости.

В качестве основных системных характеристик устойчивости ряд авторов предлагают рассматривать равновесие, гомеостазис и стационарность режима функционирования [6].

Равновесие с позиций устойчивого развития предприятия предполагает согласование интересов всех подсистем предприятия. Здесь следует отметить актуальность вопроса применения в рамках системы управления сбалансированной системы показателей для обеспечения указанного равновесия.

Гомеостазис - совокупность управленческих приспособительных реакций в системе управления системой, обеспечивающих неизменность ее параметров при воздействии на нее внешней среды, а также неизменность отношений системы с внешней среды.

Стационарность является свойством сохранения принятого режима функционирования системы. Степень стационарности определяется тем, насколько характеристики функционирования системы остаются в пределах определенных границ колебания в течение относительно длительного времени. По аналогии с устойчивостью различают следующие виды стационарности:

- устойчивое стационарное состояние системы;
- циклически повторяющиеся состояния системы;
- случайные колебания состояний системы.

Режим функционирования, противоположный стационарному, может быть назван трансформационным. При этом возникают новые связи и устанавливаются новые отношения, что определяет характер развития системы.

Представляется целесообразной аналогия между категориями «стационарность» и «стабильность». Стабильность фирмы представляет собой способность ее как юридического лица к расширенному воспроизводству без ухудшения параметров состояния капитала, персонала, взаимодействия с окружающей средой, ликвидности, положения на рынке. У теории стабильности производства две теории-предшественницы – надежности техники и ритмичности работы предприятия.

Отдельно предлагается остановиться на таком вопросе как равновесие подсистем предприятия. Предприятие находится в

состоянии равновесия, когда каждое его структурное подразделение находится в своем частном равновесии. Частное равновесие возможно при условии совокупности единичных равновесий тех противоречий, которые присущи подразделению на определенном этапе. Таким образом, общее равновесие предприятия представляет собой сложную, многоуровневую систему его отдельных, единичных и частных равновесий. В зависимости от того, насколько сбалансированы равновесия, на каждом уровне, возможно, выделить устойчивое и неустойчивое равновесие. Устойчивое равновесие предполагает такую комбинацию равновесий различных уровней предприятия, при которой после незначительных воздействий общее равновесие предприятия может быть восстановлено. При неустойчивом равновесии общее равновесие предприятия не только может быть нарушено, но и может уже не восстановиться. Таким образом, устойчивость предприятия определяется превышением совокупности устойчивых равновесий над неустойчивыми.

Можно обобщить вышеизложенное следующим образом: «устойчивость экономической системы» - способность данной системы адекватно реагировать на внешние и внутренние воздействия и функционировать, вести себя так, чтобы сохранять при этом стабильную внутреннюю структурно-функциональную организацию и развиваться в направлении достижения генетически заданных целей своего существования. В таком понимании устойчивость экономической системы — это, прежде всего, устойчивость ее внутренней структурно-функциональной организации (функционирование и развитие в определенных генетически заданных границах) и устойчивость (в смысле устремленности) в достижении, реализации внешних главных стратегических целей развития [3].

Существует общая теория устойчивости, которая занимается изучением поведения систем под действием различных внешних возмущений, хотя для разных типов процессов могут применяться специфические методы обеспечения их устойчивости. Помимо понятия устойчивости эта теория оперирует связанными между собой понятиями «гибкость» и «надежность».

Гибкость направлена на обеспечение или повышение устойчивости и является одним из ее элементов, представляя собой

способность приспособления к количественным, качественным и временным изменениям условий и целей [2].

Устойчивость в общей теории – это реагирование на помехи, которые могут быть компенсированы в определенных пределах. Помехи (нарушения) понимаются в кибернетическом смысле как отклонения от нормального поведения, изменения элементов процессов и их результатов. В свою очередь, влияние помех на какую-либо систему проявляется через ее надежность, которая является количественным выражением устойчивости. Надежность – это показатель степени функциональной способности, т.е. безотказности. Под надежностью понимается способность предприятия выполнять присущие ему функции с положительным результатом [2]. Показатели надежности – это, как правило, вероятностные данные в интервале от нуля до единицы.

Здесь необходимо отметить, что в промышленно развитых странах проблема устойчивости предприятия нередко рассматриваются только в связи с риском банкротства и потерей конкурентоспособности последнего. В западной литературе устойчивое предприятие – это, прежде всего, предприятие, обеспечивающее себе высокую долю на рынке при получении нормального уровня прибыли [2]. Например, швейцарские эксперты утверждают, что устойчивость обеспечивается тремя факторами: большими объемами производства, его диверсификацией, наличием широкой международной сети филиалов. Западные экономисты в качестве минимальной устойчивости предприятия считают малую вероятность банкротства, в таких случаях используют модель Э. Альтмана. В 80-е годы в модель были введены показатели макроэкономического анализа, влияющие на вероятность банкротства (средний индекс Доу Джонса по промышленности, уровень безработицы, прибыль после вычета налогов и др.). Поэтому в целом следует заключить, что западный опыт, представляя огромный интерес для российской практики, требует проведения анализа и адаптации к условиям отечественной экономики и бизнеса.

«Устойчивость» лежит в основе категории «устойчивое развитие». Значимым представляется подход к определению устойчивого развития, согласно которому

обеспечение устойчивого развития требует роста четырех типов глобального «капитала», а именно:

- физического, создаваемого человеком (заводы, сооружения, инфраструктура и т.д.);
- природного (почва, полезные ископаемые, леса, вода и т.д.);
- человеческого (здоровье, образование и др.);
- социального (отношения, взаимодействия людей и др.).

Тогда понятие устойчивого развития можно уточнить таким образом, чтобы оно учитывало необходимость сохранения (еще лучше преумножения) для будущих поколений капитала упомянутых типов [3].

Выделяют три уровня рассмотрения проблемы устойчивого развития, а именно:

- глобальный уровень (в масштабах всего мира или отдельных стран);
- региональный уровень (область, район, населенный пункт);
- уровень предприятия.

С учетом обозначенной темы особый интерес представляет устойчивое развитие на региональном уровне и на уровне предприятия. Например, на региональном уровне в рамках решения задачи обеспечения устойчивого развития исследуются такие вопросы как:

- классификация инфраструктурных факторов на уровне региона и оценка их влияния на устойчивость развития предприятий;
- институциональные изменения экономической среды и рыночные модели поведения предприятий;
- интеграционный аспект воздействия инновационной, информационной и финансовой сред на устойчивость предприятий и др.

Таким образом, проведение оценки устойчивости функционирования производственной деятельности необходимо не только на уровне самого предприятия, но и в системе отраслевого и регионального развития.

Устойчивое развитие — это стабильное, управляемое развитие, в динамике которого открываются новые возможности для дальнейших позитивных изменений. Или «...развитие предприятия считается устойчивым на рассматриваемом промежутке времени, если на всем этом промежутке показатели, характеризующие предприятие,

изменяются в допустимых пределах. Если изменения показателей превышают допустимые пределы, то устойчивое состояние предприятия переходит в неустойчивое» [9].

Представляется рациональным обоснование взаимосвязи между устойчивым развитием и целями управления предприятием. Под устойчивым развитием системы (предприятия) следует понимать такое его развитие, которое несмотря на существенное влияние внешней по отношению к предприятию среды, обеспечивает достижение поставленных целей развития и соблюдение режима функционирования, намеченного в программах, в течение длительного периода времени. При этом в качестве целей устойчивого развития транспортного предприятия можно рассматривать сохранение предприятия как социально-экономической системы, повышение и развитие потенциала предприятия и др.

Следует отметить, что в зарубежной литературе категория устойчивое развитие нередко рассматривается параллельно с категорией устойчивого роста. Принципиальное различие понятий «рост» и «развитие» можно охарактеризовать следующим образом: если «рост» в рамках рассматриваемого вопроса имеет реальные физические пределы, то «развитие» безгранично, поскольку ориентируется на качественные показатели [5].

Здесь необходимо отметить междисциплинарный характер категории «устойчивое развитие». Так, обеспечение устойчивости предприятия предполагает глубокое изучение условий деятельности на рынке, знание тенденций НТП, динамики платежеспособного спроса, условий деятельности и намерений конкурентов и партнеров. Поэтому от руководства требуется знание и применение таких методов как ситуационный анализ, методов анализа и прогнозирования рыночной среды, методов маркетингового исследования и др.

Актуальными остаются вопросы выявления факторов и критериев устойчивого развития предприятия. Очевидно, что факторы, определяющие устойчивость предприятия, можно разделить на две группы:

- внутренние;
- внешние.

Одним из ключевых факторов, влияющих на устойчивость развития предприятия, является конкурентная среда. Например, в

случае, когда предприятие, оказывающее транспортные услуги, удовлетворяет спрос потребителей, не имея прямых конкурентов, его устойчивая деятельность в области производства и сбыта во многом определяется состоянием и динамикой факторов внутренней среды (квалификация персонала, техническая оснащенность и применяемые технологии, эффективность рекламной деятельности и др.). Положение изменяется в случае, когда на рынке появляются конкуренты. Тарифы на услуги, объемы реализации каждого предприятия будут зависеть от действий всех производителей на рынке.

В целях обеспечения устойчивого развития анализу и прогнозированию должны подлежать факторы макросреды предприятия. Например, спрос на рынке транспортных услуг чутко реагирует на финансовые кризисы, которые, в свою очередь, обусловлены действием множества факторов (усилением роли интеграционных процессов, экономической политикой развитых стран и др.).

Если факторы макросреды трудно поддаются прогнозированию, то состояние факторов внутренней среды представляется более определенным. Так, например, автор исследования [8] предположил, что хозяйственная стохастичность поддается описанию и количественным характеристикам, и это, в свою очередь, позволяет прогнозировать условия деятельности предприятия и строить соответствующий менеджмент (превентивный). Примерами форм проявления стохастичности применительно к условиям деятельности автотранспортного предприятия являются:

- по кадрам: состояние здоровья персонала, настроение, время начала и окончания работы, перерывы в работе и др.;
 - по технологическим параметрам: отказы подвижного состава и оборудования, сбои в системах обработки и передачи информации и т.д.;
 - по состоянию и динамике спроса: появление услуг-субститутов или переключение спроса на новый способ его удовлетворения, сезонные колебания спроса, территориальное разделение спроса и т.д.
- Вышеупомянутый превентивный стиль менеджмента требует обращения особого внимания на возможности прогнозирования условий деятельности предприятия, его конкурентов и партнеров.

Еще одним актуальным вопросом устойчивого развития предприятия является количественная оценка соответствия критериям при помощи показателей оценки. Здесь предлагается рассмотреть ряд подходов к решению данного вопроса. Так, например, предлагается оценивать устойчивость предприятия как социально-экономической системы через параметры эффективности и безопасности. Если рассматривать развитие любой системы как процесс, сопровождающийся позитивными и негативными явлениями, то критерием оценки позитивных явлений может служить эффективность системы, а влияние негативных явлений можно оценивать через безопасность системы как результат функционирования комплекса мер, обеспечивающих парирование рисков спектра опасностей для предприятия [4]. На

рисунке приведена схема, характеризующая процесс устойчивого развития предприятия.

Следует отметить и такой подход, согласно которому устойчивость предприятия рассматривается как комплексный показатель, включающий финансовую, технологическую, кадровую, техническую, информационную виды устойчивости (по составу основных компонентов потенциала предприятия). Используя данный подход, можно попытаться количественно оценить устойчивость предприятия. Так, например, финансовую устойчивость предприятия характеризуют значения таких показателей как коэффициент платежеспособности, показатели деловой активности и положения на рынке ценных бумаг, показатель рентабельности, коэффициент текущей ликвидности и др.

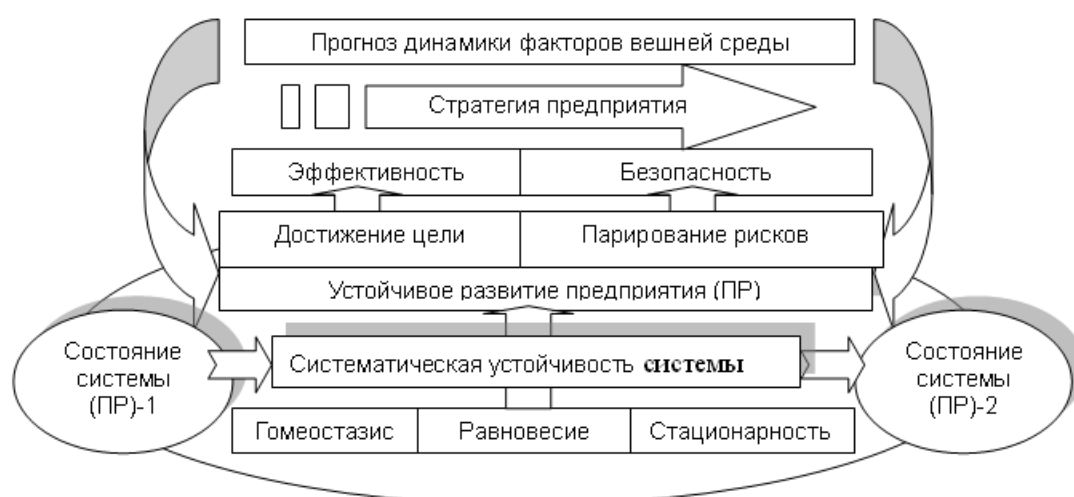


Рис. 1. Процесс устойчивого развития предприятия

Существуют предложения по оценке устойчивости предприятия на основе измерения потенциала предприятия и динамики результатов деятельности. Так, для оценки потенциала предполагается определить показатели, характеризующие уровень развития предприятия, а также резервы его роста, а динамику характеризуют темпы роста валовой продукции (выручки по основным видам деятельности) [2].

Таким образом, как экономическая категория, устойчивость предприятия характеризуется качественным содержанием и количественным выражением. При этом количественные характеристики проявляются в конкретных экономических показателях и

имеют отраслевую и национальную специфику.

Заклучение

В свете вышеизложенного актуальными представляется следующие направления дальнейшего исследования:

- разработка методических подходов к оценке потенциала предприятия с учетом отраслевой специфики;
- обоснование выбора методов прогнозирования состояния значимых факторов для включения в систему превентивного менеджмента транспортного предприятия;
- разработка системы показателей, характеризующих устойчивое развитие транспортного предприятия;

- разработка элементов модели управления устойчивым функционированием предприятия транспортной отрасли.

Таким образом, концепция устойчивого развития, являясь основой для разработки соответствующей модели управления, требует дальнейшего развития с учетом отраслевой специфики объекта исследования, выявления определяющих факторов, а также разработки критериев, позволяющих осуществлять количественную оценку устойчивости предприятия.

Библиографический список

1. Баранчев В. П. Организационно-структурное поведение предприятия: Проблемная лекция/ГАУМ, 1994. - 48 с.
2. Браткова О. В., Гапоненко В. Ф. Управление устойчивым развитием промышленных предприятий. - М.: Компания Спутник+, 2006. - 177 с.
3. Дятлов С. А. Основы концепции устойчивого развития. учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1998. - 155 с.
4. Ильичев А. В. Устойчивое развитие и безопасность сложных систем. Вычислительный центр РАН, Москва, 2001.
5. Наumenko E. E. Управление устойчивым развитием предприятия: Автореф. дис. канд. экон. наук. - СПб, 2009. - 17 с.
6. Тихомирова О. В. Методологические основы устойчивости и устойчивого развития предпринимательских структур как социально-экономических систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2012. - Вып.2 (78). - С. 120-124.
7. Устойчивое развитие: направления, проблемы, перспективы: сб. науч. тр. - Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2004. - 149 с.
8. Щербаковский Г. З., Гвичия Г. М. Устойчивое развитие фирмы в условиях конкурентной среды. - СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2003. - 127 с.
9. Чикина Е. Д. Совершенствование методов оценки и управления устойчивым развитием предприятия. - Белгород, 2007.
10. Эйген М. Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. - М.: Мир, 1982.

FEATURES OF THE FORMATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT IN RELATION TO TRANSPORT ENTERPRISES

E. V. Tabachnikova

Considers theoretical approaches to the definition of the categories of "sustainability" and "sustainable development" at the enterprise level. Designated issues and future directions for the development of the concept of sustainable development in view of specific industries.

Bibliographic list

1. Baranchev V. P. Organizational and structural behavior of the enterprise: Problem lecture / GAUM, 1994. - 48 p.
2. Bratkova O.V., Gaponenko V. F. Managing sustainable development of industrial enterprises. - Moscow: Company Sputnik +, 2006. - 177 p.
3. Dyatlov S. A. Basis of the concept of sustainable development. Textbook. - St. Petersburg.: Publishing House of SPGEF, 1998. - 155 p.
4. Ilyichev A. V. Sustainable development and safety of complex systems. Computing Center of the RAS, Moscow, 2001.
5. Naumenko E. E. Management of Sustainable Development of Enterprise: Author. dis. Candidate. Economics. Science. - St. Petersburg, 2009. - 17 p.
6. Tikhomirova O. V. Methodological foundations of sustainability and sustainable development of enterprise structures as a socio-economic systems // Journal of Science and Information Technologies, Mechanics and Optics. Issue 2 (78), 2012, p. 120-124.
7. Sustainable development: direction, problems and prospects: collection of scientific papers - Irkutsk: Izd BGUEP, 2004.-149 p.
8. Scherbakovskiy G. Z., Gvichiya G. M. Sustainable development of the company in a competitive environment. - SPb.: Publishing House of SPGEF, 2003. -127 p.
9. Chikina E. D. Improvement of methods for assessing and managing the development of sustainable development of enterprises, Belgorod, 2007.
10. Eigen M. Hypercycle. The principles of self-organization of macromolecules. - M.: World, 1982.

Табачникова Екатерина Викторовна – кандидат экономических наук, доцент Санкт-петербургского государственного экономического университета. Основное направление научных исследований – методология устойчивого развития автотранспортного предприятия. Имеет 56 опубликованных работ.

К юбилею Горынина Леонида Георгиевича**Горынину Леониду Георгиевичу – 75 лет!**

Леонид Георгиевич Горынин оставил яркий след в истории развития Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Почти вся его профессиональная деятельность связана с вузом, где он учился и работал, пройдя путь от рядового преподавателя до ректора.

Леонид Георгиевич Горынин родился 8 октября 1938 года в с. Большеречье Омской области. Он был шестым ребёнком в семье коренной сибирячки Анны Адреевны Бражниковой и белоруса Георгия Тимофеевича Горынина. Детство Леонида Георгиевича, как и многих его сверстников, было опалено войной, с которой не вернулся его отец. Мать всю войну работала на ферме и в мастерской по пошиву военной одежды.

В 1956 году после окончания средней школы Леонид Георгиевич приехал в Омск и поступил в Сибирский автомобильно-дорожный институт имени В.В. Куйбышева на дорожно-строительный факультет. Учёбу в институте Леонид Георгиевич успешно совмещал с занятиями спортом. Он – почётный мастер спорта СССР, член сборной Советского Союза по стендовой стрельбе.

В 1961 году после получения диплома инженера путей сообщения по приглашению ректора СибАДИ, видного учёного в области мостостроения, профессора Толмачёва Константина Хрисанфовича Л.Г. Горынин остался работать в институте преподавателем кафедры «Строительная механика». Так началась научно-педагогическая деятельность Леонида Георгиевича.

Проработав несколько лет преподавателем, он поступил в заочную аспирантуру к научному руководителю профессору Толмачёву К.Х. В 1966 году молодая семья Горыниных переехала в Тюмень, где Леонид Георгиевич принял участие в становлении вновь созданного Индустриального института (ныне Тюменский нефтегазовый университет).

В 1968 году он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Проектирование балочных пролётных строений мостов минимального веса». Эта диссертация послужила основой для создания им целого научного направления, связанного с оптимальным проектированием мостовых конструкций. Но Л.Г. Горынин не ограничился одним научным направлением. Обладая глубокими знаниями механики и широким научным кругозором, он активно развивал еще одно направ-

ление – оптимальное проектирование дисков газотурбинных двигателей.

Возвратившись в 1970 году в СибАДИ и возглавив кафедру «Строительная механика», Леонид Георгиевич все свои силы приложил к созданию научной школы оптимального проектирования. Собрав аспирантов и молодых преподавателей кафедр «Мосты» и «Строительная механика», он организовал постоянно действующий научный семинар, наиболее активный период деятельности которого связан с приходом в СибАДИ выпускника математического факультета ОмГУ В.И. Радзивиловского. Интересен тот факт, что средний возраст преподавательского состава кафедры «Строительная механика» в 1974 году составлял 32 года при численности преподавателей около 20 человек.

Талант Л.Г. Горынина как педагога и учёного, организатора и лидера не остался незамеченным. Поэтому выглядело вполне естественным, что в 1976 году ему было предложено занять должность проректора по научной работе. В качестве проректора по науке Л.Г. Горынин особое внимание уделял разработке научно-исследовательским сектором и кафедрами новейших технологий и внедрению их в производство, заключению хозяйственных договоров с предприятиями. При Л.Г. Горынине в вузе были открыты три отраслевые научно-исследовательские лаборатории: «ОНИЛ», «ОДИЛ», «Гидропривод». Именно эти лаборатории давали основной объём хозяйственных работ. По этому показателю СибАДИ занимал 8-е место среди вузов Министерства образования РСФСР.

В начале 80-х Л.Г. Горынин стал одним из инициаторов создания студенческого конструкторского бюро, организованного на факультете «Мосты и тоннели» и работавшего под девизом «Сами проектируем, сами строим». Примечательно, что данное студенческое бюро было первым в СССР, получившим «право штампа» на проектирование мостов, а также стало лауреатом премии Ленинского комсомола. Это конструкторское бюро впоследствии переросло в крупнейшее научно-производственное объединение «Мостовик», возглавляемое его основателем О.В. Шишовым. В настоящее время НПО «Мостовик» создаёт такие уникальные с инженерной точки зрения сооружения, как вантовый мост во Владивостоке, являющийся мировым рекордсменом по длине пролёта, а также – олимпийские объекты в Сочи.

ЮБИЛЕЙ

Следующей ступенью в карьере Л.Г. Горынина стало назначение его в 1986 году ректором СибАДИ. Будучи ректором, он не оставлял научную работу. Леонид Георгиевич является автором более 90 научных публикаций, в том числе монографии «Оптимальное проектирование конструкций». Под его научным руководством защитили кандидатские диссертации О.В. Шишов, Т.А. Шишова, В.Т. Ильюшенко, Е.Л. Тараданов, В.И. Радзивиловский, В.Г. Морозов и многие другие. В 1990 году Л.Г. Горынину было присвоено учёное звание профессора, а в 1991 он был избран академиком Российской Академии Транспорта. Особой заслугой юбиляра является воспитание сына, Горынина Глеба Леонидовича, который пошел по стопам родителя и в настоящее время является доктором физико-математических наук, профессором, крупным специалистом в области композитных материалов и конструкций, возглавляет кафедру «Строительные технологии и конструкции» в Сургутском государственном университете.

В течение девяти лет Л.Г. Горынин возглавлял совет ректоров г. Омска. Его избирали депутатом Омского областного совета и Законодательного собрания Омской области, где он вёл большую общественную работу. В годы перестройки Л.Г. Горынин отстаивал интересы высшей школы. В конце 80-х годов ректорскому корпусу удалось предотвратить развал высшего образования в СССР.

Леонид Георгиевич – человек эмоциональный, с широким кругом интересов и увлечений, с глубоким знанием русской и зарубежной прозы и поэзии, обладающий незаурядным актерским талантом. По его инициа-

тиве в СибАДИ был создан центр искусств «Творчество», который по сию пору объединяет творческие студенческие коллективы.

За добросовестную многолетнюю работу Л.Г. Горынин награждён высокой правительственной наградой – орденом «Знак почёта».

В 2002 году Л.Г. Горынин перешёл на работу в Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск) профессором кафедры «Строительные технологии и конструкции», где проработал до 2009 года.

Коллектив Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ) с большим уважением относится к Леониду Георгиевичу Горынину, помнит о его заслугах и желает юбиляру крепкого здоровья и долгих лет жизни.



С уважением,
Ректорат,

Редакционный совет научного рецензируемого журнала «Вестник СибАДИ»,
Коллектив ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

К юбилею Шестакова Владимира Николаевича

Начал трудовую деятельность в 1961 г. после окончания Таганрогского строительного техникума по специальности «Промышленное и гражданское строительство». Работал мастером, прорабом, начальником участка. Служил в военно-строительных подразделениях Минобороны СССР.

В 1967 окончил заочно СибАДИ по специальности «Автомобильные дороги», по рекомендации ГАК поступил в аспирантуру СибАДИ.

Защитил в 1971 г. кандидатскую диссертацию в Харьковском автомобильно-дорожном институте, посвященную морозостойкости цементогрунта в составе дорожной одежды. Работал на кафедре «Строительство и эксплуатация дорог» СибАДИ до 1998 г. в должностях преподавателя, ст. преподавателя, доцента и профессора.

В 1997 г. защитил докторскую диссертацию, посвященную основам прогнозирования теплофизического режима в технологии дорожного строительства.

С 1998 по 2009 г. заведовал кафедрой «Инженерная геология, основания и фундаменты». Является членом Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению.

Научные интересы сосредоточены в области теплофизической надежности дорожных конструкций и технологических процессов, геотехники. В творческом содружестве с Омским Союздорнии выполнены и внедрены научно-технические разработки для дорожного строительства в районах Сибири, Якутии, Сахалина и Крайнего Севера. В настоящее время сотрудничает с проектными и строительными организациями в области фундаментостроения.

По результатам исследований опубликовано более 250 научных работ, 14 учебных

пособий, в соавторстве разработано 15 нормативно-методических документов, получено 3 авторских свидетельства на изобретения.

Осуществляет научное руководство аспирантами, и магистрантами, из которых восемь защитили кандидатские диссертации. В течение ряда лет являлся членом докторских диссертационных советов (СибАДИ, Казахская академия транспорта и коммуникаций, г.Алма-Аты, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана).

Под его руководством студентами выполнено более 250 дипломных проектов, защищенных с отличными и хорошими оценками, три дипломных проекта во Всероссийских конкурсах заняли I место, а один II.

Шестакову В.Н. присвоены звания «Почетный дорожник России» и «Почетный профессор Казахской академии транспорта и коммуникаций»



С уважением,
Ректорат,
Редакционный совет научно 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;

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 5 (33) - 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 01. 11. 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