

ISSN 2071-7296



СИБАДИ®

ВЕСТНИК

СибАДИ



№ 3(49)/2016

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

ВЕСТНИК СибАДИ

Выпуск 3 (49)

Омск
2016

Главный редактор **Кирничный В.Ю.**, д-р экон. наук, доц., ректор ФГБОУ ВО "СибАДИ"

Зам. главного редактора **Бирюков В.В.**, д-р экон. наук, проф., проректор по НИР ФГБОУ ВО "СибАДИ"

Редакционная коллегия:

Ваклав Скала, профессор University of West Bohemia, Чехия, г. Пльзень

Винников Ю.Л., д-р техн. наук, проф. Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка, член Украинского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения, Российского общества по механике грунтов, геотехники и фундаментостроению, ISSMGE, IGS, действительный член Академии строительства Украины, Украина, г. Полтава.

Горынин Г.Л., д-р физ.-мат. наук, проф., ГБОУ ВПО «СурГУ ХМАО-ЮГРЫ», г. Сургут.

Жигadlo А.П., д-р пед. наук, канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Жусупбеков А.Ж., Вице – Президент ISSMGE по Азии, Президент Казахстанской геотехнической ассоциации, почетный строитель Республики Казахстан, директор геотехнического института, заведующий кафедрой «Строительства» ЕНУ им Л.Н. Гумилева, член-корреспондент Национальной Инженерной Академии Республики Казахстан, д-р техн. наук, проф., г. Астана, Казахстан.

Карл – Хейнц Ленц, д-р инженер, Германия, Bundesanstalt für Straßenwesen (Karl – Heinz Lenz, President and professor D., Prof. e. h. mult. Dr-Ing, Bundesanstalt für, Germany).

Карпов В.В., д-р экон. наук, проф., директор Омского филиала ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Омск.

Кенджио Судзуки, профессор Национального университета, почетный профессор университета Токио, Япония.

Лим Донг Ох, доктор инженерных наук, профессор, Президент Университета Джунгбу, г. Сеул, Южная Корея.

Лис Виктор, канд. техн. наук, инженер - конструктор специальных кранов фирмы Либхерр - верк Биберах ГмбХ (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Liebherr-Werk Biberach GmbH), Mittelbiberach, Германия.

Матвеев С.А., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Мочалин С.М., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Немировский Ю.В., д-р физ.-мат., наук, проф., главный научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск.

Подшивалов В.П., д-р техн. наук, проф., Белорусского национального технического университета г. Минск, Республики Беларусь.

Хмара Л.А., д-р техн. наук, проф., Приднепровской государственной академии Строительства и Архитектуры, заслуженный изобретатель Украины, академик Академии Строительства и Архитектуры Украины, г. Днепрпетровск, Украина.

Щербakov В.С., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Эдвин Козневски, д-р техн. наук, проф., Польша, г. Белосток (Edwin Kozniewski - doctor of technical science, associate professor, Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland).

Editor-in-Chief - **Kirnichny V. Y.**, doctor of economic sciences, associate professor, rector of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

Deputy editor-in-chief - **Biryukov V.V.**, doctor of economic sciences, professor, pro-rector for scientific research of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

Members of the editorial board:

Vaclav Skala professor Ing. University of West Bohemia, Plzen (Pilsen), Czech Republic

Vinnikov Y.L., doctor of technical sciences, professor of the Poltava National Technical University named after Yuriy Kondratyuk, a member of the Ukrainian Society of soil mechanics, geotechnics and foundation engineering, the Russian Society for soil mechanics, geotechnics and foundation engineering, ISSMGE, IGS, a member of the Academy of Construction of Ukraine, Ukraine, Poltava.

Gorynin G.L., doctor of physical and mathematical sciences, professor, of the Surgut State University, Surgut.

Zhigadlo A.P., doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, associate professor of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI).

Zhusupbekov A.Z., Vice - President of ISSMGE in Asia, President of Kazakhstan Geotechnical Association, honorary builder of the Republic of Kazakhstan, director of the Geotechnical Institute, head of the department "Construction" of L.N. Gumilyov Eurasian National University, corresponding member of the National Academy of Engineering of the Republic of Kazakhstan, doctor of technical sciences, professor, Astana, Kazakhstan.

Karl – Heinz Lenz, President and professor a. D., Prof. e. h. mult. Dr-Ing, Bundesanstalt für, Germany.

Karpov V.V., doctor of economic sciences, professor, director of the Omsk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk.

Kenjiro Suzuki professor of National Institution for Academic Degrees and University Evaluation, and professor Emeritus of The University of Tokyo, Japan

Lim Dong Okh, doctor of engineering sciences, professor, President of the Goongbu University, Seoul, South Korea.

Lis Victor, candidate of technical sciences, design-engineer of special cranes of Liebherr - Werk Biberach GmbH (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Liebherr-Werk Biberach GmbH), Mittelbiberach, Germany.

Matveev S.A., doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI).

Mochalin S.M., doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI).

Nemirovskiy Y.V., doctor of physical and mathematical sciences, professor, chief research worker of the Khristianovich Institute of Theoretical and Applied Mechanics SB RAS, Novosibirsk.

Podshivalov V.P., doctor of technical sciences, professor of the Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus.

Khmara L.A., doctor of technical sciences, professor, of the Dnieper State Academy of Construction and Architecture, Honored inventor of Ukraine, an academician of the Academy of Construction and Architecture of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine.

Shcherbakov V.S., doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

Edwin Kozniewski - doctor of technical sciences, associate professor, Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland.

Адрес редакции и издателя: 644080, г. Омск, просп. Мира, 5, тел. (3812) 65-23-45.

e-mail: Vestnik_Sibadi@sibadi.org

Учредитель ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Адрес учредителя: 644080, г. Омск, просп. Мира, 5.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ» входит в **перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК** решением президиума ВАК от 25.02.2011 г.; с 01.12. 2015 г. включен в новый список в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 25 июля 2014 г. № 793. С 2009 года представлен в Научной Электронной Библиотеке elibrary.ru и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**. Входит в международный каталог **Ulrich's International Periodicals Directory**. **Подписной индекс** 66000 в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ". **Редакционная коллегия** осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат.

Исполнительный редактор канд. техн. наук, доц. М. Ю. Архипенко; **Выпускающий редактор** Т.В. Куприна

Подписано в печать 04.05.2016 г. Дата выхода в свет 01.06.2016 г. Формат 60×84 ½. Гарнитура Arial

Печать оперативная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз. Заказ _____

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии ИПЦ ФГБОУ ВО СибАДИ 644080, г. Омск, пр. Мира, 5

Печать статей произведена с оригиналов, подготовленных авторами

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

А.И. Демиденко, А.Б. Летопольский, Д.С. Семкин Выбор и обоснование параметров скрепера с роторной загрузкой	7
В.Н. Кузнецова, В.В. Савинкин, А.Р. Ильясова Актуальность и перспектива развития имитационного моделирования при исследовании рабочего процесса одноковшового экскаватора	11
И.А. Тетерина Результаты теоретических исследований системы виброзащиты рабочего места оператора дорожной уборочно-подметальной машины на базе трактора МТЗ-80	16

РАЗДЕЛ II

ТРАНСПОРТ

Ю.П. Макушев, А.Л. Иванов, В.А. Каня, С.С. Войтенков Улучшение экологических и эффективных показателей дизеля в эксплуатации путем рециркуляции утечек в топливной аппаратуре	22
Б. Советбеков Анализ мультимодального коридора через Кыргызстан	30
Л.Н. Тышкевич, Б.В. Журавский Повышение эффективности эксплуатации автомобилей в условиях низких отрицательных температур	36

РАЗДЕЛ III

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Н.П. Александрова, В.В. Чусов Особенности расчета асфальтобетонных покрытий по сопротивлению сдвигу с учетом накопления повреждений	42
Н.С. Воловник, А.Ф. Андриюшенков, В.А. Казаков Статистический контроль точности изготовления и монтажа безригельных каркасов жилых зданий	50
В.Д. Галдин, М.А. Кривошеин Решение обратной задачи аэродинамического расчета систем вентиляции зданий через построение характеристики сети	57
Ю.В. Краснощёков Системная модель коэффициента призмной прочности бетона	63
В.А. Попов, В.А. Казаков, А.Ф. Андриюшенков, Н.С. Воловник Организация производства сборных железобетонных конструкций строительной системы «КУБ 3V» для освоения выпуска 30 000 кв. м жилой площади в год	68
Ш.М. Рахимбаев, Н.М. Толыпина, Е.Н. Хახалева Влияние мелкого заполнителя из песка на эффективность действия добавок-разжижителей	74
Н. Б. Сакута, Ю. В. Коденцева, И. Н. Гайнулина Формирование концептуальной модели организации работ по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах	80

РАЗДЕЛ IV

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

А.В. Жданов Математическая модель позиционного гидропривода	87
И.М. Мурсеев, Ю.И. Привалова Автоматизация расчета потерь давления в объемном гидроприводе	94

С.В. Савельев, В.В. Михеев, А.С. Белодед Математическая модель процесса динамического деформирования уплотняемой упруго вязкой пластичной среды	99
Е.В. Селезнева, Т.А. Юрина Автоматизация поиска оптимальных параметров математической модели промышленного объекта	105

РАЗДЕЛ V ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Н.Л. Аширбагина, А.И. Ковалев, О.В. Фрик Этико-организационные аспекты предоставления государственных и муниципальных услуг	111
В.В. Бирюков Ценностно-рациональное поведение и системно-эволюционная парадигма структуризации экономики	119
З.В. Горбунова, Н.Г. Уразова Определение доминирующего инвестиционного направления развития компании. Часть 2	132
О.С. Евдохина, Е.В. Фалалеева, Е.А. Погребцова, В.В. Лёушкина Оценка взаимосвязи аграрного производства и социальной инфраструктуры сельских территорий Омской области	139
О.М. Куликова Направления совершенствования процессного управления в сфере услуг России	146
К.К. Логинов, А.Ю. Лагздин Применение статистических пакетов в задаче прогнозирования индикаторов региональной экономической безопасности	152
В.П. Плосконосова Особенности взаимосвязей этики и бизнеса	159
Р.С. Симак, Р.С. Саттаров Система стоимостных показателей энергетического аудита железнодорожных предприятий и её апробация	166
С.М. Хаирова, Б. Г. Хаиров Количественные методы оценки эффективности функционирования механизма управления финансовыми потоками	172
Л.В. Эйхлер, А.А. Демиденко Интеграционное взаимодействие хозяйствующих субъектов автомобильного транспорта, его формы и определение эффекта	180

CONTENTS

PART I TRANSPORT, MINING AND MECHANICAL ENGINEERING

A.I. Demidenko, A.B. Letopolsky, D.S. Semkin Evaluation of deviation from the plane of the bottom of the trench digging rotary excavator	7
B.H. Kuznetsova, V.V. Savinkin, A.R. Ilyasova Relevance and prospect of development of imitating modeling at research of working process of the excavator	11
I.A. Teterina The results theoretical study of the system of vibration protection of the operator of the road sweeping machines on the basis of MTZ-80	16

PART II TRANSPORT

Y.P. Makushev, A.L. Ivanov, V.A. Kania, S.S. Voytenkov Improvement ecological and effective indicators of diesel in operation by recirculation leaks in the fuel equipment	22
B. Sovetbekov The analysis of multimodal corridor through Kyrgyzstan	30
L.N. Tyshkevich, B.V. Zhuravsky Increase of efficiency of operation of transport vehicles in the conditions of low negative temperatures	36

PART III CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

N.P. Alexandrova, V.V. Chusov Calculation of asphalt concrete pavements on shear strength taking into account the accumulation of microdamage	42
N.S. Volovnik, A.F. Andrushenkov, V.A. Kazakov Statistical control of accuracy of production and installation of bezrigelny frameworks of residential buildings	50
V. D. Galdin, M A. Krivoshein The solution of the return problem of aerodynamic calculation of systems of ventilation of buildings through creation of the characteristic of the network	57
Yu.V. Krasnoschekov System model ratio prism strength of concrete	63
V.A. Popov, V.A. Kazakov, A.F. Andrushenkov, N.S. Volovnik The organization of manufacture of precast concrete building system «CUB 3V»	68
Sh.M. Rakhimbaev, N.M. Tolypina, E.N. Hakhaleva Influence of fine aggregate of sand on the effectiveness of additives-thinners	74
N.B. Sakuta, Y. V. Kodentseva, I. N. Gaynulina Basic principles of forming of conceptual model of organization of works on fight against winter slipperiness on highways	80

PART IV COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

A.V. Zhdanov Mathematical model of position hydraulic drive	87
I.M. Murseev, Y.I. Privalova Automated calculation of pressure losses in volumetric hydraulic drive	94

S.V. Saveliev, V.V. Mikheev, A.S. Beloded	
Mathematical model of denamic deformation of compacted elastic viscous plastic medium	99
E.V. Selezneva, T.A. Yurina	
Automation search optimal parameters of a mathematical model of the object	105
PART V	
ECONOMICS	
N.L. Ashirbagina, A.I. Kovalyov, O.V. Frik	
Analysis of practice of granting state and municipal services	111
V.V. Biryukov	
Valuable and rational behaviour and system and evolutionary paradigm of structurization of economy	119
Z.V. Gorbunova, N. G. Urazov	
Definition of the dominating investment directions of development of the company. Part 2	132
O.S. Evdokhina, E.V. Falaleeva, E.A. Pogrebtsova, V.V. Lyoushkina	
Assessment of interrelation of agrarian production and social infrastructure of rural territories of the Omsk region	139
O.M. Kulikova	
Improvement directions process managements in the services sector of the Russian Federation	146
K. K. Loginov, A. Yu. Lagzdin	
Application of the statistical packages in the problem of forecasting of indicators of regional economic security	152
V.P. Ploskonosova	
Features of interrelations of ethics and business	159
R.S. Simak, R.S. Sattarov	
System of cost indexes of power audit of the railway enterprises and her approbation	166
S.M. Khairova, B.G. Khairov	
Quantitative methods for evaluating the performance mechanism of management of financial flows	172
V.L. Eichler, A.A. Demidenko	
Integration interaction of managing subjects road transport, forms and determination of effect	180

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.878.62

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СКРЕПЕРА С РОТОРНОЙ ЗАГРУЗКОЙ

А.И. Демиденко, А.Б. Летопольский, Д.С. Семкин
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Предложена конструкция скрепера с роторной загрузкой. Обосновывается расположение лопастей ротора для обеспечения загрузки ковша и его полной разгрузки. Рассматривается вопрос высоты наполнения ковша скрепера и расположение вала ротора для обеспечения работы скрепера без толкача. Представлены расчетные зависимости для определения вместимости ковша скрепера с роторной загрузкой, радиуса окружности ротора и высоты боковых стенок ковша. Даются рекомендации угла наклона задней стенки ковша к вертикали и расположение подножечной плиты.

Ключевые слова: скрепер, ковш скрепера, роторная загрузка, расчет параметров.

Введение

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования процесса наполнения ковша скрепера грунтом показали, что грунт в ковше движется потоком, расширяющимся кверху и ограниченным задней наклонной плоскостью сдвига, угол наклона которой к вертикали зависит от высоты наполнения, длины ковша, угла резания и характеристики грунта. И, как показывают расчеты и экспериментальные

исследования, для средних грунтовых условий (супесь, суглинок) и высотах наполнения ($H=1,1-1,6$) соответствующих ковшей ($V=3-10 \text{ м}^3$), этот угол равен $30-50^\circ$.

Процесс наполнения ковша скрепера с роторной загрузкой.

Для правильного выбора параметров скрепера с роторной загрузкой (рис.1) необходимо проанализировать процесс копания грунта [1,2,3].

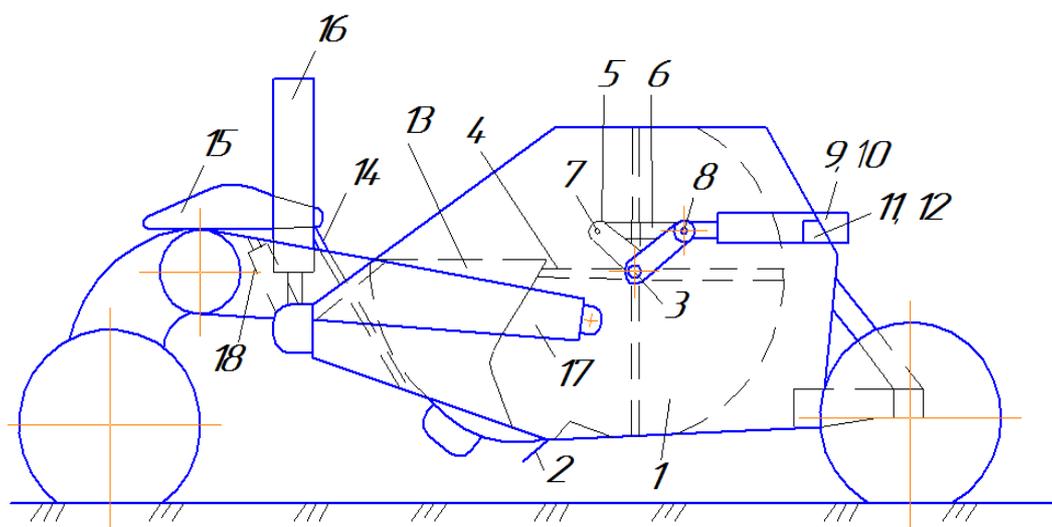


Рис.1. Схема скрепера с роторной загрузкой:

- 1 - ковш; 2 - нож; 3 - вал; 4 - лопасти; 5,6 - рычаги; 7,8 - пальцы; 9,10 - гидроцилиндры поворота; 11, 12 - кронштейны; 13 - заслонка; 14 - тяга; 15 - рычаг; 16 - гидроцилиндр подъема ковша; 17 - тяговая рама; 18 - гидроцилиндр заслонки

Если задняя стенка находится за плоскостью сдвига, то она не препятствует поступлению грунта в ковш, если же задняя стенка находится спереди этой плоскости, то она препятствует поступлению грунта в ковш, и чем меньше этот угол, тем больше сопротивление копанью.

Поэтому если перейти к месту расположения лопасти во время набора ротором с четырьмя лопастями, то одна из лопастей должна ограничивать длину ковша, а вторая высоту, т.е. место расположения лопасти по длине ковша должно соответствовать рациональному расположению задней стенки ковша скрепера традиционной формы. При этом если расположить точку присоединения вала ротора спереди плоскости сдвига, то будет ограничен объем грунта, набираемый в ковш при одной и той же силе тяги тягача, и увеличится энергоемкость процесса копания. Если расположить точку присоединения вала ротора сзади этой плоскости, то положение по длине ковша должно соответствовать рациональному положению задней стенки ковшеи скреперов традиционной формы. Эти рекомендации получены для процесса наполнения ковша скрепера загрузочным механизмом. Но после набора грунта и его транспортирования к месту отсыпки происходит разгрузка ковша. Поэтому необходимо так подобрать место расположения ротора, чтобы обеспечивалась полная разгрузка ковша без введения дополнительных узлов, позволяющих осуществить разгрузку. Как показали исследования, угол наклона к вертикали задней стенки равен углу наклона днища самосвала при разгрузке 30° , т.е. при углах наклона более 30° грунт будет оставаться на наклонной плоскости и полной разгрузки не будет. Все это уменьшит объем грунта, набираемого в ковш, и транспортируемого к месту разгрузки, а соответственно, и производительность скрепера [4]. Следовательно, переходя от положения задней стенки, находящейся в крайнем переднем положении, т.е. в момент окончания разгрузки, когда весь грунт должен высыпаться из ковша к положению лопасти в момент полной разгрузки сектора можно сделать следующий вывод. Положение лопасти в момент разгрузки должно соответствовать положению задней стенки в крайнем переднем положении в конце разгрузки, т.е. точка подвеса загрузочного механизма должна находиться на линии,

проведенной из точки соединения подножевой плиты с днищем под углом $25-30^\circ$ к вертикали в сторону задней стенки. Эта точка подвеса позволит увеличить объем грунта, набираемого в ковш, и обеспечить полную разгрузку ковша и, соответственно, увеличит производительность скрепера. Если ковш скрепера будет цилиндрической формы, на оси которого присоединен механизм загрузки и заслонка, а подножевая плита установлена впереди диаметральной плоскости, проходящей под углом $25-30^\circ$ к вертикали, то при подъеме заслонки во время набора грунта в ковш ее нижняя кромка будет близко расположена к ножу или в его зоне. При таком расположении заслонки будет максимальный объем призмы волочения, примерно 30% от объема грунта в ковше, так как сколы грунта будут выходить за заслонку. Вынос нижней кромки заслонки вперед можно обеспечить, располагая ось подвеса боковых тяг над подножевой плитой. Это позволит значительно снизить объем призмы волочения и энергоемкость процесса наполнения. Кроме того, после наполнения каждого сектора ковша необходимо поворачивать ротор, не останавливая скрепер, и, если лопасти ротора будут занимать весь объем скрепера, то они будут препятствовать наполнению ковша во время поворота ротора. Тягач будет буксовать и увеличится время наполнения скрепера. Поэтому необходимо, чтобы в заслонке ротор не располагался и при его повороте грунт, срезаемый ножом, мог пройти в заслонку, заполняя ее, т.е. объем ковша будет определяться не только объемом, занятым ротором, как у цилиндрического ковша, но и дополнительным объемом в заслонке. Поэтому установка заслонки и механизма загрузки по данным рекомендациям позволит увеличить производительность скрепера.

Для решения вопроса о высоте расположения точки подвеса вала ротора и, соответственно, высоты расположения лопасти над днищем ковша, надо проанализировать процесс заполнения традиционные ковшеи скреперов [2,5,6].

Сначала ножом срезается стружка грунта максимальной толщины, тягач перемещается на максимальной возможной скорости, соответствующей процессу набора, грунт интенсивно поступает в ковш. Постепенно нож выглубляется и почти без буксования движется тягач. Это происходит при заполнении ковша до высоты, равной 0,7-0,9 от возможной высоты наполнения по силе

тяги тягача без применения толкача. При этом скрепер наполняет объем, равный 0,7-0,9 за 0,25-0,3 от времени набора полного ковша. Дальнейшее наполнение связано с преодолением больших сопротивлений и поэтому происходит более интенсивное буксование тягача, потери грунта в призму волочения и боковые валики. И поэтому энергоемкость наполнения на этом участке резко возрастает. Исходя из вышесказанного, целесообразно ось вала ротора располагать на высоте, равной 0,7-0,9 возможной высоты наполнения ковша по силе тяги тягача без применения толкача. Выбор места подвеса вала ротора по высоте и длине ковша по данным рекомендациям позволит за время, примерно равное времени наполнения обычного скрепера, наполнить объем грунта в ковш с роторным механизмом загрузки в 2-3 раза больше.

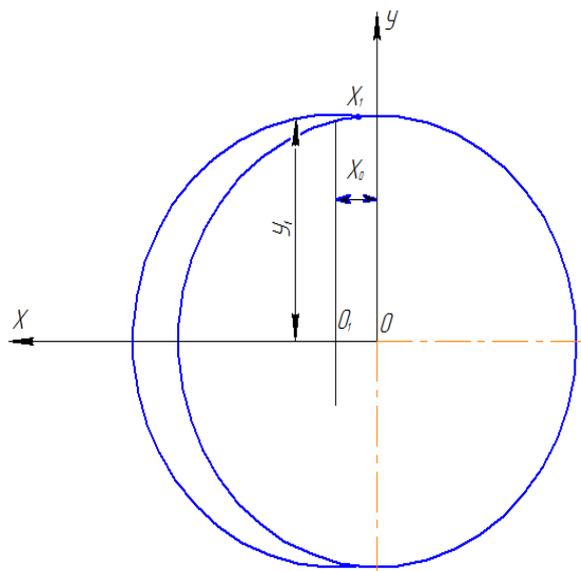


Рис. 2. Схема продольного профиля ковша скрепера с роторной загрузкой

Для выбора и обоснования основных параметров скрепера нужно выявить зависимость вместимости ковша от его основных размеров. Для упрощения задачи примем допущения, что продольный профиль коша скрепера с роторной загрузкой состоит из двух частей: из профиля самого ротора и сегмента, образованного пересечением линии переднего листа заслонки с контуром ротора.

Пусть x_0 - расстояние между центрами окружностей ротора и заслонки. Примем допущение, что радиусы окружностей ротора и заслонки равны:

$$R_3 = R_p = R, \quad (1)$$

где R_3 – радиус заслонки, м; R_p – радиус ротора, м.

Находим координаты точек пересечения этих окружностей, для чего напишем их уравнения в выбранной системе координат: уравнение окружности ротора

$$x^2 + y^2 = R^2. \quad (2)$$

Уравнение окружности заслонки

$$(x - x_0)^2 + y^2 = R^2. \quad (3)$$

Отнимая из уравнения (3) уравнение (2) после преобразований имеем

$$x_0(2x - x_0) = 0,$$

откуда

$$x = x_0 / 2, \quad (4)$$

$$y_1 = \pm \sqrt{R^2 - x^2} = \sqrt{R^2 - 0,25x_0^2}. \quad (5)$$

Площадь профиля ротора

$$S_1 = \pi R^2. \quad (6)$$

Площадь сегмента

$$S_2 = 2 \int_0^{y_1} (x_2 - x_1) dy. \quad (7)$$

Ввиду того, что окружность переднего листа заслонки получена переносом центра окружности ротора по оси x на расстояние x_0 , то расстояние между этими двумя точками окружностей, измеренное параллельно оси x , постоянное, равное x_0 . Следовательно, в последнем выражении следует полагать

$$x_2 - x_1 = x_0. \quad (8)$$

Тогда

$$S_2 = 2 \int_0^{y_1} x_0 dy = 2x_0 y_1 = 2x_0 \sqrt{R^2 - 0,25x_0^2}. \quad (9)$$

Так как расстояние между центрами окружностей, как и их радиусы неизвестны, то зададимся в первом приближении их отношением

$$K = x_0 / R. \quad (10)$$

Тогда вместимость ковша скрепера с роторной загрузкой с учетом выражений (6, 9 и 10) равна

$$V = B(S_1 + S_2) = BR^2(\pi + 2K\sqrt{1 - 0,25K^2}), \quad (11)$$

где B – ширина ковша, м.

Шириной ротора, задаемся исходя из ширины ковша с учетом необходимых зазоров.

Из последней формулы определяем

$$R = \sqrt{\frac{V}{B(\pi + 2K\sqrt{1 - 0,25K^2})}}. \quad (12)$$

Высоту боковых стенок ковша определяем из условия невысыпания грунта за боковые стенки [7]

$$H = \frac{R}{1 + \operatorname{tg} \varphi_0}, \quad (13)$$

где φ_0 – угол естественного откоса грунта, град.

Подножевая плита должна быть сварена с днищем ротора таким образом, что диаметральная плоскость, проходящая через эту точку, должна быть наклонена к вертикальной плоскости под углом 25-30° (рис.3). При этом грунт в ковше,двигающийся в виде потока, расширяющегося вверх, не испытывает сопротивления со стороны лопасти ротора.

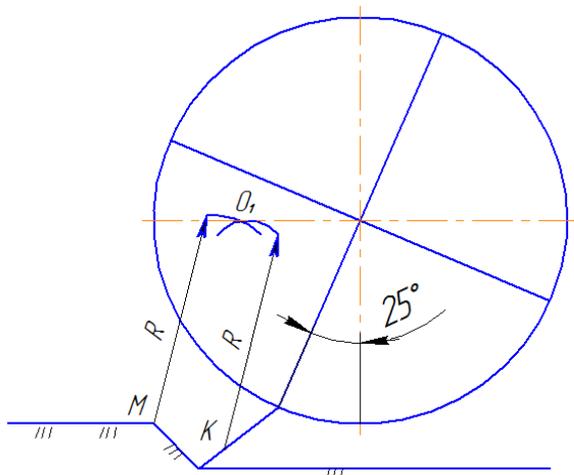


Рис. 3. Схема для определения положения подножевой плиты и точки подвеса заслонки

Передний лист заслонки имеет радиус кривизны, равный радиусу вращения, при этом усилия, необходимые для привода заслонки, будут минимальны. Чтобы определить точку подвеса заслонки, приняв точку M пересечения горизонтальной и наклонной грани стружки за центр, проведем дугу с радиусом, равным радиусу кривизны

переднего листа, заслонки. Далее, приняв любую точку K на ноже за центр, проведем вторую дугу с тем же радиусом. Точку пересечения полученных дуг O_1 принимаем за точку подвеса заслонки. При такой подвеске заслонки скол стружки будет происходить внутри заслонки, уменьшится тем самым объем призмы волочения.

Предложенные в данной статье рекомендации и формулы позволяют выбрать основные параметры ковша и заслонки скрепера с роторной загрузкой.

Выводы

1. Предложенная конструкция скрепера с роторной загрузкой позволяет увеличить производительность машины.

2. Выше описанные расчетные зависимости позволяют определить вместимость ковша и высоту стенок с учетом предлагаемого способа загрузки.

Библиографический список

1. А.с. 1578269 СССР МКИЗ Е 02F 3/64. Скрепер с роторной загрузкой / А.И. Демиденко и др.; СибАДИ (СССР). - №4130986/25-03; заявл. 08.10.86; опубл. 15.07.90, Бюл. №26.
2. Артемьев, К.А. Основы теории копания грунта скреперами / К.А. Артемьев. - М., Свердловск: Машгиз, 1963. - 128 с.
3. Демиденко, А.И. Скрепер с роторной загрузкой / А.И. Демиденко // Строительные и дорожные машины. - 2005. - №9. - С. 6-7.
4. Землеройные и подъемно - транспортные машины / А.П. Трофимов- 2-е изд, переработанное и дополненное. - Киев, «Будивельник», 1978. - 368 с.
5. Добронравов, С.С. Строительные машины и оборудование: Справочник / С.С. Добронравов, М.С. Добронравов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2006. - 445 с.
6. Хархута, Н.Я. Дорожные машины: учебник для вузов / Н.Я. Хархута и др. - М.: Изд-во «Машиностроение», 1968. - 416 с.
7. Демиденко, А.И. Повышение эффективности скреперных агрегатов: учеб. пособие / А.И. Демиденко - Омск: Издательство СибАДИ, 2005. - 282 с.

EVALUATION OF DEVIATION FROM THE PLANE OF THE BOTTOM OF THE TRENCH DIGGING ROTARY EXCAVATOR

A.I. Demidenko, A.B. Letopolsky, D.S. Semkin

Abstract. A scraper design with rotary loading. Substantiates the location of the rotor blades to provide a bucket load and complete unloading. The question of filling the bucket scraper height and location of the rotor shaft to operate the scraper without pusher. Presented calculated according to the definition of the scraper bucket capacity with the rotor load, the radius of the rotor circumference and the height of the side walls of the bucket. The

recommendations of the angle of inclination of the rear wall of the bucket to the vertical and location podnozhevoy plate.

Keywords: scraper, bucket of the scraper, rotor loading, calculation of parameters.

References

1. A.s. 1578269 SSSR MPK E02F 3/64. *Skreper s rotornoj zagruzkoy* [Scraper with rotary loading]. A.I. Demidenko; SibADI. 1990.

2. Artem'ev K.A. *Osnovy teorii kopanija grunta skreperami* [Basic theory of digging soil scrapers]. Moscow, Sverdlovsk: Mashgiz, 1963. 128 p.

3. Demidenko A.I. *Skreper s rotornoj zagruzkoy* [Scraper with rotary loading bucket]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2005, no 9. –pp. 6-7.

4. Trofimov A.P. *Zemlerojnye i pod'emno - transportnye mashiny*. [Digging and lifting - transporting machines]. Kiev, Budivel'nik, 1978. 368 p.

5. Dobronravov S.S., Dobronravov M.S. *Stroitel'nye mashiny i oborudovanie* [Construction machinery and equipment]. Moscow, Vyssh. shk., 2006. 445 p.

6. Harhuta N.Ja *Dorozhnye mashiny: uchebnik dlja vuzov* [Road machines]. Moscow, Izd-vo Mashinostroenie, 1968. 416 p.

7. Demidenko A.I. *Povyshenie jeffektivnosti skrepernyh agregatov: ucheb. posobie* [Improved scraper units]. Omsk: Izdatel'stvo SibADI, 2005. 282 p.

Демиденко Анатолий Иванович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых

комплексов и инфраструктур» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: _antooooon-85@mail.ru).

Летопольский Антон Борисович (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: antooooon-85@mail.ru).

Семкин Дмитрий Сергеевич (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д.5, e-mail: semkin_ds@sibadi.org).

Demidenko Anatoly Ivanovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: antooooon-85@mail.ru).

Anton B. Letopolski (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Ass. Professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: antooooon-85@mail.ru).

Semkin Dmitry Sergejevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: semkin_ds@sibadi.org).

УДК 621.879

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

В.Н. Кузнецова¹, В.В. Савинкин², А.Р. Ильясова²

¹ ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

² Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан;

Аннотация. В процессе выполнения наиболее энергоемких операций (внедрение ковша в грунт и отрыв стружки) на рабочий орган экскаватора действуют знакопеременные нагрузки, вызывая напряженность элементов ковша и рабочего оборудования. Надежность и работоспособность экскаватора, а также энергоемкость рабочего процесса зависят от обоснованности допустимых величин нагрузок и перераспределения их по элементам рабочего оборудования с учетом коэффициента запаса прочности. В статье обоснована актуальность и перспектива исследований энергоэффективности одноковшового экскаватора. По результатам исследований разработана методика проведения экспериментальных исследований, совмещенных с имитационным моделированием режимов нагружения одноковшового экскаватора.

Ключевые слова: энергоэффективность, эксперимент, алгоритм, моделирование, экскаватор.

Введение

Разработка грунта – сложный технологический процесс, требующий комплексного решения ряда сложных вопросов, одним из которых является выбор режимов работы и соответствие им оптимальных энергозатрат при заданной эксплуатационной производительности. Выбор режимов работы двигателя и гидропривода при разработке грунта с оптимальными технико-экономическими показателями определяется эксплуатационными и климатическими условиями [1 - 4].

Особое внимание уделено исследованию гидропривода экскаватора и процессы, происходящие в нем при переходных режимах.

Результаты теоретических и практических исследований

Исследованиями установлено, что наиболее энергоемкие процессы – внедрение ковша, отрыв слоя грунта и перемещение поворотной платформы на выгрузку [5-7]. Перечисленным процессам сопутствует изменение технико-экономических и технологических параметров основных систем одноковшового экскаватора. В большей степени эффективность рабочего процесса зависит не только от начальных значений характеристик гидропривода, но и от обеспечения оптимальных параметров на протяжении всего цикла работы при циклически изменяющихся нагрузочных режимах. Закономерности процессов изменения энергоемкости изучены не достаточно, а показатели эффективной работы имеют противоречия между динамической нагрузкой и технологическими и конструктивными параметрами элементов экскаватора, что указывает на необходимость глубокого исследования и решения научной проблемы, а также частной задачи по уточнению пределов варьирования значений энергоэффективности.

В итоге силовая установка, гидропривод, рабочее оборудование и среда

взаимодействия образуют сложную системную модель с множеством неизвестных и переменных. Исследование сложной системной модели необходимо проводить с максимальной точностью воссоздания реальных условий эксплуатации и учетом максимального количества факторов, воздействующих на систему [8].

Надежность и работоспособность экскаватора, а также энергоемкость рабочего процесса зависят от обоснованности допустимых величин нагрузок и перераспределения их по элементам рабочего оборудования с учетом коэффициента запаса прочности. Адекватное сочетание нагрузок расчетным положениям, по которым с большей степенью достоверности можно исследовать энергонапряженное состояние рабочего оборудования, должно быть сформировано с учетом следующих факторов [9-11]: позиционирование элементов рабочего оборудования в пространстве, величина, направленность и вид приложенных внешних сил формируют напряженность в элементах рабочего оборудования; угол внедрения режущей кромки ковша характеризует вид воздействия на грунт и влияет на значимость коэффициента сопротивления грунта резанию; в разных сечениях одного элемента оборудования максимальные напряжения возникают не одновременно; конструктивные особенности ковша влияют на площадь контактной поверхности, силу трения и коэффициент сцепаемости грунта с рабочим органом.

Внедрение инженерных разработок и результатов научных исследований с целью установления адекватности математических моделей и возможности адаптации их к реальным условиям обязывают провести эксплуатационные испытания экскаватора при разных режимах нагружения. Авторами предложен методика экспериментальных исследований с применением виртуальных комплексов и их программ, алгоритм которой представлен на рисунке 1.

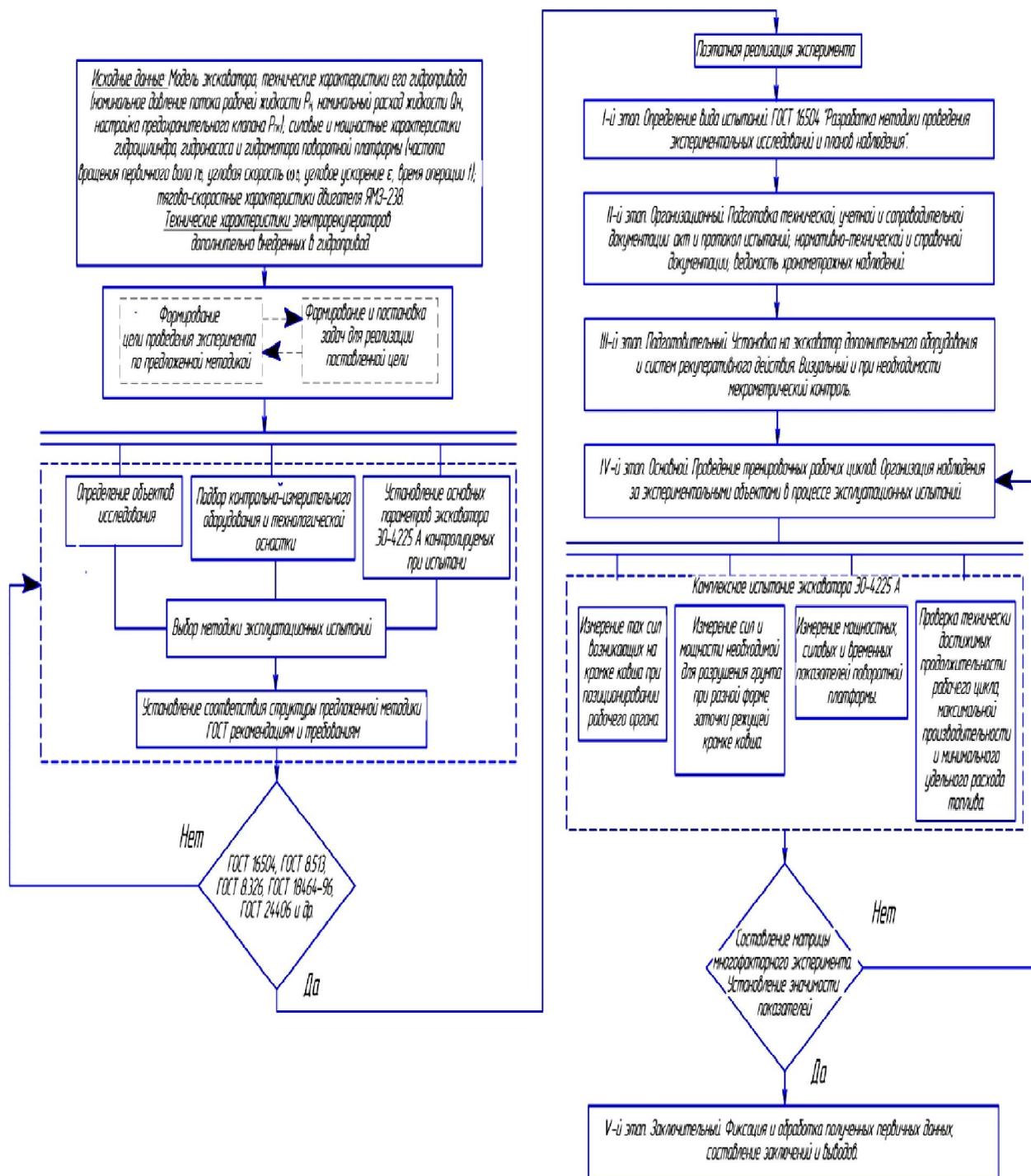


Рис. 1. Алгоритм реализации методики экспериментальных испытаний энергоэффективного экскаватора

Этапы компьютерного моделирования будут включать: обработку концептуальной модели, выявление основных элементов системы и элементарных связей взаимодействия; выбор среды программного продукта и информационной площадки для реализации моделируемого эксперимента в зависимости от поставленных задач;

разработку математической модели рабочего процесса; разработку алгоритма и проведение компьютерного эксперимента; анализ и интерпретацию результатов, при необходимости, – последующее уточнение модели [8].

При проведении экспериментального исследования с элементами виртуального

имитационного моделирования процесса экскавации грунта одноковшовым экскаватором необходимо реализовать представление объекта или системы в форме, отличной от реальной, но максимум приближенной к алгоритмическому описанию, включающей и набор данных, характеризующих свойства системы, и динамику их изменения. Выполнить данную задачу по силам, применив математическое и компьютерное моделирование. Разработанные авторами имитационные модели в среде программного обеспечения будут использоваться для получения новых знаний о динамическом процессе энергонагружения гидропривода и для приближенной оценки поведения систем, слишком сложных для аналитического исследования.

Внедрение виртуальных комплексов и интеграция их с реальными объектами исследования обосновано тем, что является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Эффективное использование разработанной модели обусловлено тем, что появляется возможность проводить вычислительные эксперименты через алгоритм программы виртуального комплекса, поддерживающего обратную связь с взаимодействующей средой, и своевременно и адекватно реагировать на изменяющиеся режимы эксплуатации с учетом большого количества вероятностных факторов [12, 13].

Выводы

1. Предложенная методика проведения эксперимента с имитационным моделированием режимов нагружения одноковшового экскаватора позволит повысить точность измерений величин нагрузок и перераспределения их по элементам рабочего оборудования одноковшового экскаватора с расширением границ идентификации полученных сигналов.

2. Предложен нетрадиционный подход натуральных испытаний энергоемкости экскаватора при переходных режимах нагружения кинематической пары «ведущая шестерня - венец поворотного круга». Разработанная методика исследования процесса концентрации в зубчатом зацеплении напряжений изгиба и контакта подтвердила свою состоятельность и дала развитие научной концепции адаптации и управления силами сопротивления.

Библиографический список

1. ГОСТ 17752-81. Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 73 с.
2. ГОСТ 21354-87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 109 с.
3. ГОСТ 30067-93. Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1995. – 28 с.
4. ГОСТ 12910-79. Экскаваторы одноковшовые универсальные. Правила приемки и методы периодических испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 7 с.
5. Зеленин, А.Н. Исследование разработки грунта гидравлическими экскаваторами / А.Н. Зеленин, В.П. Павлов, М.Я. Агароник, А.В. Королев, А.С. Перлов // Строительные и дорожные машины. – 1976. – № 10. – С. 9–11.
6. Кузнецова, В.Н. Развитие научных основ взаимодействия контактной поверхности рабочих органов землеройных машин с мерзлыми грунтами: дис.... д-ра техн. наук. – Омск, 2009. – 259 с.
7. Кузнецова, В.Н. Обоснование критериев оценки эффективности экскаватора KOMATSU PC300 / В.Н. Кузнецова, В.В. Савинкин // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 3. – С. 9–12.
8. Савинкин, В.В. Развитие теории энергоэффективности одноковшового экскаватора: дис.... д-ра техн. наук. – Омск, 2016. – 390 с.
9. Павлов, В.П. Алгоритм расчета силы и энергоемкости резания грунта по траектории большой кривизны / В.П. Павлов. – Воронеж: Вестник ВГТУ. – 2011. – Том 7. № 1. – С. 185–188.
10. Перепеловский, В.В. Технологии виртуального программирования / В.В. Перепеловский, Н.Р. Кириллова. – М.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2000. – 64 с.
11. Попович, В.М. Применение методов имитационного моделирования для выбора параметров строительно-дорожных машин / В.М. Попович. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1992. – 44 с.
12. Тарасов, В.Н. Энерго- и ресурсосберегающая технология уравнивания сил тяжести рабочего оборудования стреловых машин / В.Н. Тарасов, И.В. Бояркина, М.В. Коваленко // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 5. – С. 46 – 50.
13. Федотов, М.В. Экспериментальное исследование энергетического гидравлического устройства / М.В. Федотов, К.А. Филонов, В.Ф. Щербаков // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 8. – С. 51-53.

RELEVANCE AND PROSPECT OF DEVELOPMENT OF IMITATING MODELLING AT RESEARCH OF WORKING PROCESS OF THE EXCAVATOR

B.H. Kuznetsova, V.V. Savinkin, A.R. Ilyasova

Abstract. In carrying out the most energy-intensive operations (introduction of the bucket into the ground and peel shavings) on the working of the excavator body are alternating loads, causing the tension elements of the bucket and the working equipment. Reliability and availability of the excavator and the energy intensity of the workflow depends on the validity of the acceptable values of loads and redistribution of the elements of the work equipment taking into account the safety factor. The article substantiates the relevance and perspective shovel energy research. According to the research the technique of experimental studies, combined with simulation modeling shovel loading conditions.

Keywords: energy efficiency, experiment, algorithm, modeling, excavator.

References

1. GOST 17752-81. *Gidroprivod ob'emnyj i pnevmoprivod. Terminy i opredelenija* [State standard 17752-81. Hydraulic and pneumatic bulk. Terms and Definitions]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1988. 73 p.
2. GOST 21354-87. *Peredachi zubchatye cilindricheskie jevol'ventnye vneshnego zacepleniya. Raschet na prochnost'* [State standard 21354-87. Cylindrical gears involute external engagement. Calculation of the strength]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1988. 109 p.
3. GOST 30067-93. *Jekskavatory odnokovshovye universal'nye polnoporotnye. Obshhie tehicheskie uslovija* [State standard 30067-93. Excavating machines, single-purpose full-turn. General specifications]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1995. 28 p.
4. GOST 12910-79. *Jekskavatory odnokovshovye universal'nye. Pravila priemki i metody periodicheskikh ispytanij* [State standard 12910-79. Excavating machines, single-purpose. Acceptance rules and methods of periodic testing]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1980. 7 p.
5. Zelenin A.N., Pavlov V.P., Agaronik M.Ja., Korolev A.V., Perlov A.S. *Issledovanie razrabotki grunta gidravlicheskim jekskavatorami* [Research excavation hydraulic excavators]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 1976, no 10. pp. 9–11.
6. Kuznetsova V.N. *Razvitie nauchnykh osnov vzaimodejstviya kontaktnoj poverhnosti rabochih organov zemlerojnyh mashin s merzlymi gruntami dis d-ra tehn. nauk* [Development of scientific bases of interaction of the contact surface of the working bodies of earth-moving machines with the frozen soil: dis Dr. techn. sciences]. Omsk, 2009. 259 p.
7. Kuznetsova V.N., Savinkin V.V. *Obosnovanie kriteriev ocenki jeffektivnosti jekskavatora KOMATSU PC300* [Justification criteria for evaluating the effectiveness of the excavator KOMATSU PC300]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2014, no 3. pp. 9-12.

8. Savinkin V.V. *Razvitie teorii jenergojeffektivnosti odnokovshovogo jekskavatora dis d-ra tehn. nauk* [Development of energy efficiency theory shovel Dis Dr. techn. sciences]. Omsk, 2016. 390 p.

9. Pavlov V.P. *Algoritm rascheta sily i jenergoemnosti rezanija grunta po traektorii bol'shoj krivizny* [Algorithm for calculating the force and energy of soil cutting along the greater curvature of the trajectory]. *Vestnik VGTU*, Tom 7, no 1, 2011. pp. 185–188.

10. Perepelovskij V.V., Kirillova N.R. *Tehnologii virtual'nogo programmirovaniya* [Virtual Programming]. Moscow, SPbGJeTU LJeTI, 2000. 64 p.

11. Popovich V.M. *Primenenie metodov imitacionnogo modelirovaniya dlya vybora parametrov stroitel'no-dorozhnyh mashin* [The use of simulation methods for options construction machinery]. Moscow, CNIITJestromash, 1992. 44 p.

12. Tarasov V.N., Bojarkina I.V., Kovalenko M.V. *Jenergo- i resursosberegajushaja tehnologija uravnoveshivaniya sil tjazhesti rabochego oborudovaniya strelovyh mashin* [Energy- and resource-balancing forces of gravity work equipment boom trucks]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2007, no 5. pp. 46 – 50.

13. Fedotov M.V., Filonov K.A., Shherbakov V.F. *Jekspierimental'noe issledovanie jenergeticheskogo gidravlicheskogo ustrojstva* [Experimental study of hydraulic power unit]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2014, no 8. pp. 51-53.

Кузнецова Виктория Николаевна (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, ул. Мира, 5, e-mail: dissovetsibadi@bk.ru).

Савинкин Виталий Владимирович (Казахстан, г. Петропавловск) – кандидат технических наук, доцент Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева (150000, Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86).

Ильасова А.Р. (Казахстан, г. Петропавловск) – магистрантка Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева (150000, Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86).

Kuznetsova Viktoria Nikolaevna (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave. 5, e-mail: dissovetsibadi@bk.ru).

Savinkin Vitaliy Vladimirovich (Kazakhstan, Petropavlovsk) – candidate of technical sciences, of The North Kazakhstan state university of M. Kozybayev (150000, Kazakhstan, Petropavlovsk, Pushkin St., 86).

Ilyasova A.R. (Kazakhstan, Petropavlovsk) there is a magistrantka of the North Kazakhstan state university of M. Kozybayev (150000, Kazakhstan, Petropavlovsk, Pushkin St., 86).

УДК 621.87

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМЫ
ВИБРОЗАЩИТЫ РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ДОРОЖНОЙ
УБОРОЧНО-ПОДМЕТАЛЬНОЙ МАШИНЫ НА БАЗЕ ТРАКТОРА МТЗ-80**

И.А.Тетерина

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье представлены результаты теоретических исследований, направленных на определение параметров системы виброзащиты рабочего места оператора дорожной уборочно-подметальной машины (ДУПМ). Теоретические исследования, проведенные на математической модели сложной динамической системы «возмущающие воздействия – машина – оператор», позволили установить зависимости между коэффициентами жесткости и вязкости упруговязких элементов подвесок кабины и кресла и уровнем динамических воздействий на рабочем месте оператора.

Ключевые слова: дорожная уборочно-подметальная машина, вибрация, эргономика, рабочее место оператора.

Введение

Динамические воздействия, возникающие во время эксплуатации строительно-дорожных машин (СДМ), являются причиной нарушения работы механизмов, а иногда досрочного выхода из строя всей машины. Эти воздействия представляют опасность не только для машины, но и для оператора. Поэтому решение задач повышения эффективности системы виброзащиты рабочего места оператора, на сегодняшний день, является задачей актуальной и до конца не решенной [1]. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили предположение о том, что существующая система виброзащиты рабочего места оператора ДУПМ на базе МТЗ-80 не справляется со своей задачей [2].

Вышеизложенное обозначило необходимость проведения теоретических исследований, направленных на изучение упруговязких свойств элементов подвесок кабины и кресла оператора, с целью определения их оптимальных параметров, которые позволили бы снизить уровень динамических воздействий на рабочем месте оператора ДУПМ.

Анализ влияния упруговязких элементов ДУПМ на уровень динамических воздействий на рабочем месте оператора

Анализ причин и источников динамических воздействий на оператора ДУПМ на базе МТЗ-80 показал, что одним из наиболее неблагоприятных режимов, с точки зрения эргономических показателей, является рабочий режим. ДУПМ на базе трактора МТЗ-80 применяют в коммунальном хозяйстве городов как для патрульной

скоростной снегоочистки в составе транспортной колонны, так и для одиночной уборки дорог, площадей и тротуаров от мусора и свежее выпавшего снега. Функциональное назначение ДУПМ определяет главное место рабочего режима среди возможных режимов работы машины. Все вышесказанное объясняет выбор рабочего режима в качестве основного для проведения теоретических исследований.

Исследование влияния свойств упруговязких элементов подвесок кабины и кресла оператора ДУПМ на уровень динамических воздействий на рабочем месте, осуществлялось при различных режимах движения машины по различным дорожным покрытиям, со скоростью до 10 км/ч. Возмущающие воздействия, со стороны микрорельефа на элементы ходового оборудования, формировались с использованием стохастических моделей микрорельефа. Моделирование неровностей со стороны микрорельефа осуществлялось с помощью корреляционных функций [3,4].

Результаты исследования влияния параметров жесткости и вязкости элементов подвески кабины на уровень динамических воздействий на рабочем месте оператора

Фиксированными параметрами при проведении исследования были большие значения обобщенных координат, которые соответствовали положению элементов ДУПМ в рабочем режиме [5]. Коэффициенты жесткости элементов ходового оборудования, гидроцилиндров рабочих органов, элементов подвески кресла, соответствующие параметрам упругих элементов МТЗ-80, равны: $C_1=666 \cdot 10^3$ Н/м; $C_2= 466 \cdot 10^3$ Н/м; $C_5=$

$20 \cdot 10^3$ Н/м; $C_6=20 \cdot 10^3$ Н/м; $C_7= 2 \cdot 10^3$ Н/м; $C_8=2 \cdot 10^3$ Н/м. Масса кабины ДУПМ равна 487 кг. Коэффициенты вязкости элементов ходового оборудования, гидроцилиндров рабочих органов, элементов подвески кресла, соответствующие параметрам упругих элементов МТЗ-80, равны: $b_1=2,57 \cdot 10^5$ Н·с/м; $b_2=1,99 \cdot 10^5$ Н·с/м; $b_5=5 \cdot 10^3$ Н·с/м; $b_6=5 \cdot 10^3$ Н·с/м; $b_7=10 \cdot 10^3$ Н·с/м; $b_8=10 \cdot 10^3$ Н·с/м.

Варьируемыми параметрами при проведении данного этапа исследования были: жесткость (C_3, C_4) и вязкость (b_3, b_4) элементов подвески кабины.

Цель этапа исследования: изучить влияние коэффициентов жесткости и вязкости элементов подвески кабины на

уровень динамических воздействий на полу кабины.

Коэффициенты жесткости элементов подвески кабины варьировались в диапазоне от $1 \cdot 10^3 \dots 3000 \cdot 10^3$ Н/м, а коэффициенты вязкости элементов подвески кабины – в диапазоне от $1 \cdot 10^3 \dots 500 \cdot 10^3$ Н·с/м.

Ниже приведены следующие примеры: на рисунке 1 представлена зависимость среднеквадратических значений виброускорения на полу кабины от жесткости элементов подвески кабины в рабочем режиме; на рисунке 2 представлена зависимость среднеквадратических значений виброускорения на полу кабины от вязкости элементов подвески кабины в рабочем режиме.

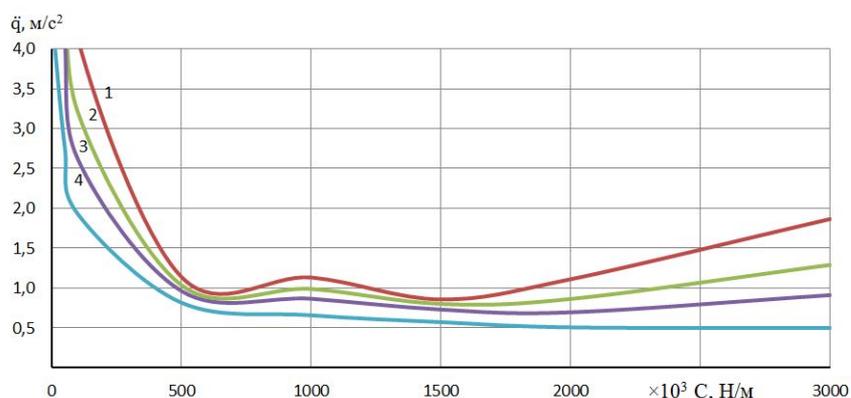


Рис. 1. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на полу кабины от жесткости элементов подвески кабины при вязкости: 1 – $b=10 \cdot 10^3$ Н·с/м; 2 – $b=50 \cdot 10^3$ Н·с/м; 3 – $b=100 \cdot 10^3$ Н·с/м; 4 – $b=250 \cdot 10^3$ Н·с/м

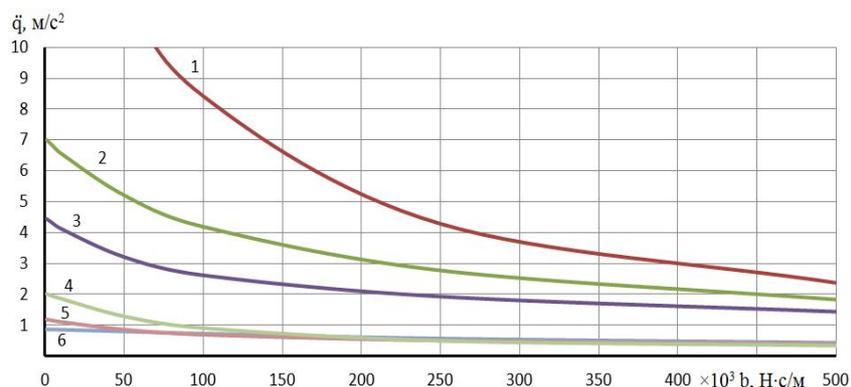


Рис. 2. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на полу кабины от вязкости элементов подвески кабины при жесткости: 1 – $C=5 \cdot 10^3$ Н/м; 2 – $C=50 \cdot 10^3$ Н/м; 3 – $C=100 \cdot 10^3$ Н/м; 4 – $C=1500 \cdot 10^3$ Н/м; 5 – $C=2000 \cdot 10^3$ Н/м; 6 – $C=3000 \cdot 10^3$ Н/м

Полученные зависимости показали, что уровень динамических воздействий на рабочем месте оператора зависит не только от жесткости элементов подвески кабины, но и от их вязкости. При увеличении коэффициента вязкости до $500 \cdot 10^3$ Н·с/м уровень динамических воздействий на полу

кабины снижается. При увеличении коэффициента жесткости до $1500 \cdot 10^3$ Н/м уровень динамических воздействий снижается и практически сохраняет полученные значения в интервале $1500 \cdot 10^3 \dots 3000 \cdot 10^3$ Н/м.

Как видно из представленных графиков, минимальные среднеквадратические значения виброускорения в исследуемом диапазоне отмечены при жесткости элементов подвески кабины $1200 \cdot 10^3 \dots 1800 \cdot 10^3$ Н/м; минимальные среднеквадратические значения виброускорения в исследуемом диапазоне при оптимальных значениях вязкости

отмечены в интервале $150 \cdot 10^3 \dots 500 \cdot 10^3$ Н·с/м.

Анализ полученных зависимостей (рис. 3) позволил сделать вывод, что при увеличении коэффициентов жесткости и вязкости в исследуемом диапазоне уровень динамических воздействий на рабочем месте оператора снижается.

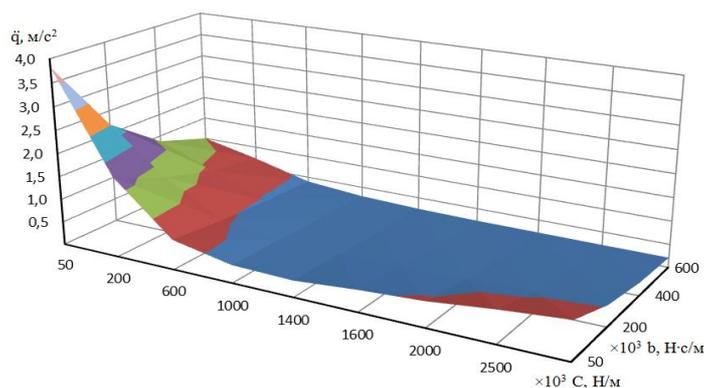


Рис. 3. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на полу кабины от вязкости и жесткости элементов подвески кабины

Значение коэффициентов жесткости при выборе параметров упругих элементов подвески кабины следует принимать в диапазоне $1200 \cdot 10^3 \dots 1800 \cdot 10^3$ Н/м. Значения коэффициентов вязкости могут быть выбраны из диапазона $200 \cdot 10^3 \dots 500 \cdot 10^3$ Н·с/м.

Результаты исследования влияния параметров жесткости и вязкости элементов подвески кабины на уровень динамических воздействий на кресле оператора

В ходе анализа результатов экспериментальных исследований было выдвинуто предположение о том, что упруговязкие элементы подвески кабины могут влиять не только на уровень

динамических воздействий на полу кабины, но и оказывать влияние на уровень динамических воздействий на кресле оператора [2].

Цель этапа исследования: изучить влияние параметров жесткости и вязкости элементов подвески кабины на уровень динамических воздействий на кресле оператора. На рисунке 4 представлена зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле оператора от жесткости элементов подвески кабины. На рисунке 5 представлена зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле оператора от вязкости элементов подвески кабины.

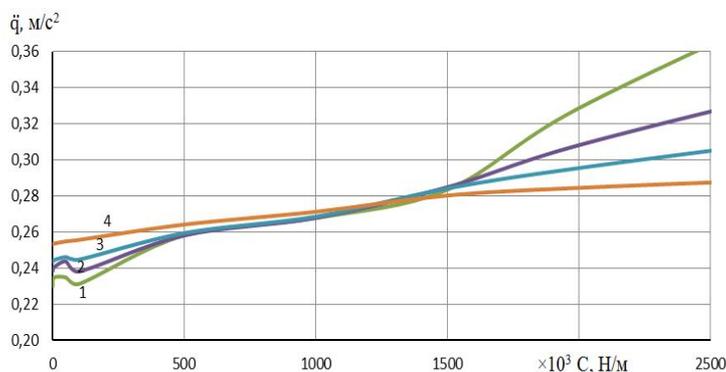


Рис. 4. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле оператора от жесткости элементов подвески кабины при вязкости:
1 – $b=10 \cdot 10^3$ Н·с/м; 2 – $b=50 \cdot 10^3$ Н·с/м; 3 – $b=100 \cdot 10^3$ Н·с/м; 4 – $b=200 \cdot 10^3$ Н·с/м;

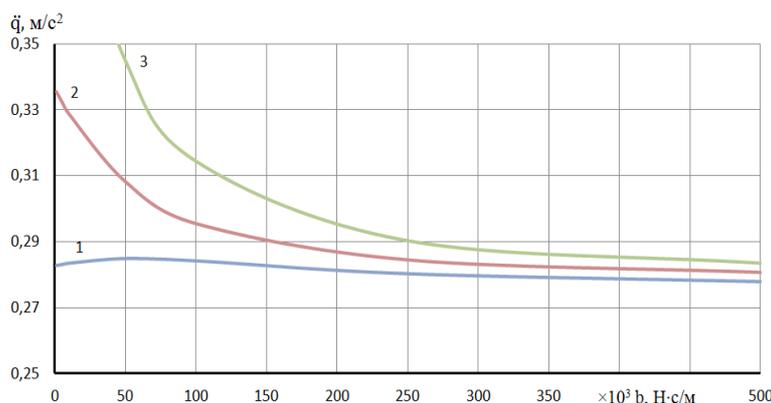


Рис. 5. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле оператора от вязкости элементов подвески кабины при жесткости: 1 – $C=1500 \cdot 10^3$ Н/м; 2 – $C=2000 \cdot 10^3$ Н/м; 3 – $C=3000 \cdot 10^3$ Н/м

Представленные выше расчетные зависимости подтверждают предположение о том, что коэффициенты жесткости и вязкости упруговязких элементов подвески кабины влияют на уровень динамических воздействий на кресле оператора.

Полученные зависимости позволили уточнить диапазон жесткости и вязкости элементов подвески кабины с учетом их влияния на уровень виброускорения не только на полу кабины, но и на кресле оператора.

Таким образом, для достижения минимальных значений виброускорения на рабочем месте оператора, жесткость элементов подвески кабины должна находиться в диапазоне $1300 \cdot 10^3 \dots 1500 \cdot 10^3$ Н/м. Вязкость элементов подвески кабины должна быть выбрана из диапазона $250 \cdot 10^3 \dots 500 \cdot 10^3$ Н·с/м.

Уровень динамических воздействий на кресле оператора определяется не только жесткостью и вязкостью элементов подвески кабины ДУПМ. В большей степени на него оказывают влияние коэффициенты жесткости и вязкости подвески кресла оператора. Это послужило обоснованием проведения теоретических исследований, направленных на изучение влияния коэффициентов вязкости и жесткости упруговязких элементов подвески кресла [6,7].

Фиксированными параметрами при проведении данного этапа исследования были большие значения обобщенных координат, которые соответствовали положению элементов ДУПМ в рабочем режиме. Масса кресла, включая 75 % массы тела оператора, равна 100 кг. Коэффициенты

жесткости элементов ходового оборудования, гидроцилиндров рабочих органов, элементов подвески кабины, которые соответствовали параметрам упругих элементов МТЗ-80, равны: $C_1=666 \cdot 10^3$ Н/м; $C_2=466 \cdot 10^3$ Н/м; $C_3=666 \cdot 10^3$ Н/м; $C_4=10 \cdot 10^3$ Н/м; $C_6=20 \cdot 10^3$ Н/м; $C_7=0,2 \cdot 10^3$ Н/м; $C_8=0,2 \cdot 10^3$ Н/м. Коэффициенты вязкости элементов ходового оборудования, гидроцилиндров рабочих органов, элементов подвески кресла, которые соответствовали параметрам упругих элементов МТЗ-80, равны: $b_1=2,57 \cdot 10^5$ Н·с/м; $b_2=1,99 \cdot 10^5$ Н·с/м; $b_3=8 \cdot 10^5$ Н·с/м; $b_4=8 \cdot 10^3$ Н·с/м; $b_6=5 \cdot 10^3$ Н·с/м; $b_7=10 \cdot 10^3$ Н·с/м; $b_8=10 \cdot 10^3$ Н·с/м.

Варьируемыми параметрами при проведении данного этапа исследования были: жесткость (C_5) и вязкость (b_5) элементов подвески кресла.

Интервал варьирования был определен на основе анализа предшествующих работ и обзора существующих и перспективных конструкций подвесок кресел СДМ [4,8]. Жесткость элементов подвески кресла варьировалась в диапазоне от $1 \cdot 10^3 \dots 80 \cdot 10^3$ Н/м, а коэффициенты вязкости элементов подвески кресла – в диапазоне от $0,5 \cdot 10^3 \dots 20 \cdot 10^3$ Н·с/м.

В качестве примера на рис. 6 представлена зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле от жесткости элементов подвески. На рисунке 7 представлена зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле от вязкости элементов подвески.

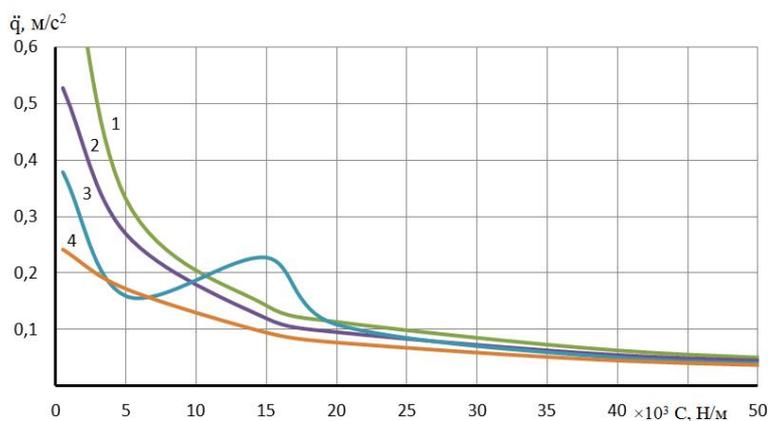


Рис. 6. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле оператора от жесткости подвески кресла при вязкости:
 1 – $b=4 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$; 2 – $b=8 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$; 3 – $b=12 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$; 4 – $b=20 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$

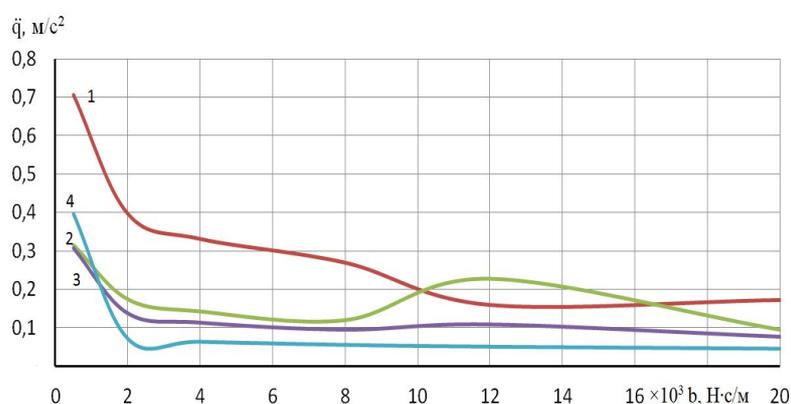


Рис. 7. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на кресле оператора от вязкости подвески кресла при жесткости:
 1 – $C=5 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$; 2 – $C=20 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$; 3 – $C=40 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$; 4 – $C=80 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$

Проведенные исследования подтвердили предположение о том, что жесткость и вязкость элементов подвески кресла влияет на уровень динамического воздействия на кресле оператора. С увеличением жесткости элементов подвески кресла уровень динамического воздействия снижается в рассматриваемом диапазоне вязкости и жесткости.

Анализ полученных зависимостей позволил установить параметры вязкости и жесткости элементов подвески кресла. Жесткость упруговязких элементов подвески кресла следует выбирать из диапазона $20 \cdot 10^3 \dots 80 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$. Вязкость упруговязких элементов подвески кресла должна быть выбрана из диапазонов $7 \cdot 10^3 \dots 9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$ или $17 \cdot 10^3 \dots 20 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$.

Заключение

Проведенные теоретические исследования позволили определить параметры упруговязких элементов подвески

кабины и кресла оператора, при которых уровень динамических воздействий на рабочем месте достигает минимальных значений. Для достижения минимальных значений виброускорения на рабочем месте оператора, жесткость элементов подвески кабины должна находиться в диапазоне $1300 \cdot 10^3 \dots 1500 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$. Вязкость элементов подвески кабины должна быть выбрана из диапазона $250 \cdot 10^3 \dots 500 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$. Жесткость подвески кресла следует выбирать из диапазона $20 \cdot 10^3 \dots 80 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$. Вязкость упруговязких элементов подвески кресла должна быть выбрана из диапазонов $7 \cdot 10^3 \dots 9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$ или $17 \cdot 10^3 \dots 20 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$.

Библиографический список

1. Корчагин, П.А. Снижение вибронегруженности рабочего места оператора автогрейдера на базе ЗТМ-82 / П.А. Корчагин, И.А. Чакурин // Вестник СибАДИ. – 2009. – №1 – С. 10-14.

2. Корчагин, П.А. Результаты экспериментальных исследований вибрационного воздействия на оператора дорожной уборочно-подметальной машины / П.А. Корчагин, И.А. Тетерина // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 2 – С. 52 – 57.

3. Вибрация в технике: справочник: В 6-ти т. / ред. В.Н. Челомей. Т.3. Колебания машин, конструкций и их элементов / Под ред. К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.

4. Щербаков, В.С. Снижение динамических воздействий на одноковшовый экскаватор: монография / В.С. Щербаков, П.А. Корчагин. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2000. – 147 с.

5. Корчагин, П.А. Математическая модель сложной динамической системы «возмущающие воздействия – машина – оператор» / П.А. Корчагин, И.А. Тетерина // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 5. – С. 118 – 122.

6. Вибрация в технике: справочник: В 6-ти т. / ред. В.Н. Челомей. Т.6. Защита от вибрации и ударов / Под ред. К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.

7. Иванов, Н.И. Борьба с шумом и вибрацией на путевых строительных машинах / Н.И. Иванов – М.: Транспорт, 1987. – 223 с.

8. Тетерина И.А. Современные виброзащитные системы операторов строительно-дорожных машин / И.А. Тетерина // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки: материалы Международной научно-практической конференции / СибАДИ. – Омск, 2014. – Кн. 2. – С. 243-247.

THE RESULTS THEORETICAL STUDY OF THE SYSTEM OF VIBRATION PROTECTION OF THE OPERATOR OF THE ROAD SWEEPING MACHINES ON THE BASIS OF MTZ-80

I.A. Teterina

Abstract. The article presents the results of theoretical research aimed at determining the best parameters for the viscosity and stiffness of the cab suspension and seat. Theoretical studies of mathematical models of complex dynamic systems "disturbance – machine - operator" has allowed to establish the dependence between the coefficients of stiffness and viscosity of the viscoelastic suspension elements of the cabin and seats and the level of dynamic effects in the workplace of the operator.

Keywords: road sweeping machine, theoretical studies of dynamic systems, vibration, ergonomics, workplace of the operator.

References

1. Korchagin P.A., Chekurin I. A. Snizhenie vibronagruzhennosti rabocheho mesta operatora avtogrejdera na baze ZTM-82 [Reduction of the vibrations of a workplace of the operator of the motor grader on the basis of ZTM-82] *Vestnik SibADI*, 2009, no. 1. Pp. 10-14.

2. Korchagin P.A., Teterina I.A. Rezul'taty jeksperimental'nyh issledovaniy vibracionnogo vozdeystviya na operatora dorozhnoj uborochno-podmetal'noj mashiny [Experimental Results of the vibration exposure on the operator of the road cleaning-sweeping machines]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 2. pp. 52 – 57

3. Chelomey V.N. *Vibracija v tehnike: spravochnik* [Vibration in engineering Handbook]. Moscow, Mashinostroenie, 1981. 456 p.

4. Shcherbakov V.S., Korchagin P.A. Snizhenie dinamicheskikh vozdeystvij na odnokovshovyj jeksavator [Reduction of dynamical effects on single-bucket excavator]. Omsk: Publishing house SibADI, 2000. 147 p.

5. Korchagin P.A., Teterina I.A. Matematicheskaja model' slozhnoj dinamicheskoy sistemy vozmushhajushhie vozdeystviya – mashina – operator [Mathematical model of complex dynamical system disturbance – machine – operator]. *Vestnik SibADI*, 2015, no. 5. pp. 118 – 122.

6. Chelomey V.N. *Vibration in engineering: Handbook* [Vibracija v tehnike: spravochnik]. M.: Mashinostroenie, 1981. 456 p.

7. Ivanov N.I. *Bor'ba s shumom i vibraciej na putevyh stroitel'nyh mashinah* [Noise and vibration limit construction vehicles]. Moscow, Transport, 1987. 223 p.

8. Teterina I.A. Sovremennye vibrozashitnye sistemy operatorov stroitel'no-dorozhnyh mashin [Modern vibration isolation system operators of road construction machinery]. *Razvitie dorozhno-transportnogo i stroitel'nogo kompleksov i osvoenie strategicheski vazhnyh territorij Sibiri i Arktiki: vklad nauki: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, SibADI. Omsk, 2014. pp. 243-247.

Тетерина Ирина Алексеевна (Россия, г. Омск) – аспирантка кафедры «Механика», ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: teterina_ia@sibadi.org).

Teterina Irina Alekseevna (Russian Federation, Omsk) – graduate student of the department Mechanics of the Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, email: teterina_ia@sibadi.org).

РАЗДЕЛ II

ТРАНСПОРТ

УДК 621.436.038

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ПУТЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ УТЕЧЕК В ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЕ

Ю.П. Макушев, А.Л. Иванов, В.А. Каня, С.С. Войтенков
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Проведены теоретические и экспериментальные исследования системы питания дизеля с рециркуляцией утечек топлива. Предложена методика расчёта утечек топлива в зависимости от износа распылителей форсунок. Обоснована возможность сохранения стабильности параметров топливной аппаратуры дизеля в процессе длительной эксплуатации. Приведены результаты испытаний топливной аппаратуры с форсунками, имеющими замкнутый надьёгольный объём. Отмечено повышение стабильности параметров экспериментальной топливной аппаратуры, снижение удельного расхода топлива и дымности отработавших газов.

Ключевые слова: топливная аппаратура, нагнетательный клапан, утечки топлива, стабилизация цикловой подачи, замкнутый надьёгольный объём, дымность.

Введение

На коммерческом автотранспорте, на дорожных и строительных машинах, на тепловозах в качестве энергетической установки используется дизельный двигатель (дизель). С каждым годом повышаются требования к экологическим и экономическим показателям дизелей. Между тем, в эксплуатации остается большое количество техники с дизелями оснащёнными топливной аппаратурой с механическим управлением. В процессе эксплуатации экологические и эффективные показатели работы дизеля ухудшаются и для поддержания их на требуемом уровне необходимы дополнительные меры. В первую очередь это относится к топливной аппаратуре, износ прецизионных деталей которой в первую очередь влияет на снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и токсичности отработавших газов (ОГ).

Необходимо рассмотреть возможность увеличения ресурса топливной аппаратуры и улучшения экологических и эффективных показателей дизеля в эксплуатации путём рециркуляции утечек топлива из плунжерных

пар ТНВД и форсунок обратно в линию низкого и высокого давления.

Теоретические и экспериментальные исследования системы питания дизеля с рециркуляцией утечек топлива

В процессе износа плунжерных пар увеличиваются зазоры и возрастают утечки топлива. Топливо, попадая в картер ТНВД ухудшает качество масла, которым смазывается привод насоса. В случае использования в двигателе централизованной системы смазки, топливо поступает также и в нее, ускоряя износ деталей уже всего двигателя. Известно [1], что утечки топлива в картер ТНВД можно уменьшить путем создания канавки в нижней части втулки плунжерной пары и соединения ее каналом с отсечным отверстием.

На рисунке 1 показана секция ТНВД, у которой во втулке 1 плунжерной пары насоса высокого давления выполнена канавка 11 для сбора утечек. Канавка 11 при помощи дренажного отверстия 2 соединяется с отсечным отверстием 3. Утечки топлива отводятся через отсечное отверстие 3 в головку насоса (линию низкого давления), где давление не превышает 0,2 – 0,3 МПа.

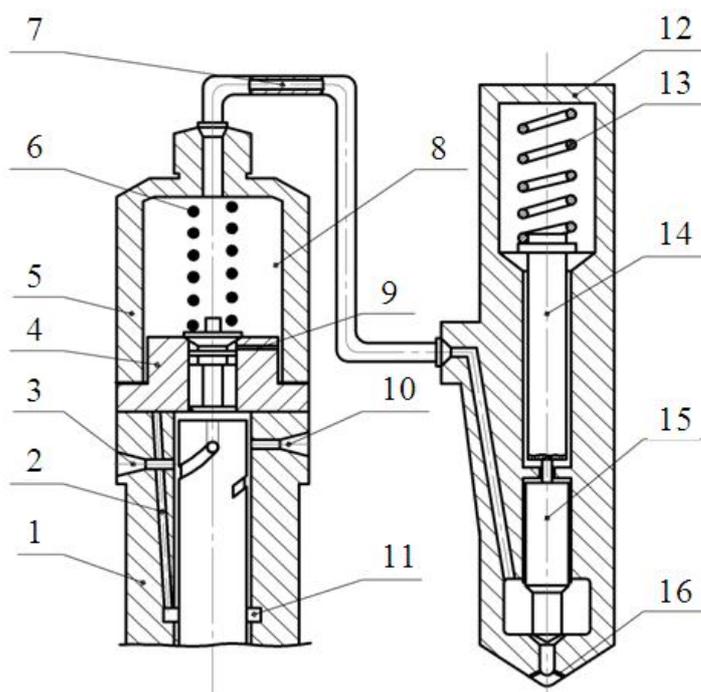


Рис. 1. Секция ТНВД и форсунка дизеля с рециркуляцией утечек топлива:

- 1 – втулка плунжерной пары; 2 – дренажное отверстие; 3 – отсечное отверстие;
 4 – корпус нагнетательного клапана; 5 – штуцер; 6 – пружина; 7 – топливопровод;
 8 – нагнетательный клапан грибовидного типа; 9 – отверстие предохранительное;
 10 – впускное отверстие; 11 – канавка для сбора утечек; 12 – корпус форсунки; 13 – пружина;
 14 – штанга; 15 – игла форсунки; 16 – распылитель

Как показывают расчёты, в момент отсечки топлива плунжерной парой в отверстии 3 втулки 1 (см. рис.1) скорость топлива достигает 20 м/с. Давление топлива в отсечном отверстии 3 снижается примерно до 0,1 МПа, и утечки топлива из канавки 11, под действием перепада давления, перемещаются по дренажному отверстию 2 в головку насоса. Очевидно, что возврат утечек топлива в линию низкого давления зависит от высоты расположения канавки 11 относительно нижнего торца втулки плунжера и диаметра дренажного отверстия. Конкретные данные на этот счет неизвестны, но следует учитывать необходимость достаточной смазки плунжерной пары топливом.

Учитывая, что нецелесообразно полностью устранять утечки топлива исходя из условия обеспечения достаточной смазки плунжерной пары топливом, необходимы дальнейшие исследования. Для оптимизации геометрических параметров канавки сбора утечек и дренажного отверстия в ТНВД.

Экспериментальные исследования утечек из прецизионной пары "игла-корпус распылителя" форсунок проводились в

лаборатории «Топливная аппаратура» кафедры «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование» СибАДИ. Решалась задача определения зависимости утечек топлива от диаметрального зазора в прецизионной паре «игла – корпус распылителя» форсунки.

В дизелях с механической системой подачи, топливо подается в камеру сгорания под давлением 60 МПа и более. Для обеспечения подвижности иглы между иглой и корпусом распылителя форсунки изначально предусмотрен диаметральный зазор (2 – 4 мкм), через который часть топлива (до 1%) перетекает в надыгольную область форсунки и при помощи дренажной системы отводится в бак. В процессе эксплуатации из-за износа деталей зазор в данном сопряжении на практике может увеличиваться в несколько раз!

Для исследования величины утечек через изношенную прецизионную пару были проведены испытания форсунок двигателя Д-440 (4ЧН 13/14) с диаметральными зазорами в парах «игла – корпус распылителя» от 2 до 20 мкм. Исследовалось изменение утечек топлива V_y через диаметральный зазор в

прецизионной паре «игла – корпус распылителя» форсунки на режиме номинальной мощности двигателя (частота вращения вала ТНВД 875 мин⁻¹, цикловая подача 103 мм³). Учитывая, что температура топлива в каналах форсунки, на работающем двигателе, достигает 80 °С, испытания проводились при данной температуре. Кинематическая вязкость дизельного топлива равнялась 2 сСт. На рисунке 2 показана

зависимость утечки топлива от диаметрального зазора в прецизионной паре «игла – корпус распылителя», полученная по результатам испытаний. При диаметральном зазоре в 12 мкм утечки топлива из системы высокого давления составили 160 см³/ч. Расчёты показывают, что уже на данном режиме утечки топлива снижают цикловую подачу и соответственно мощность двигателя на 3 – 5 %.

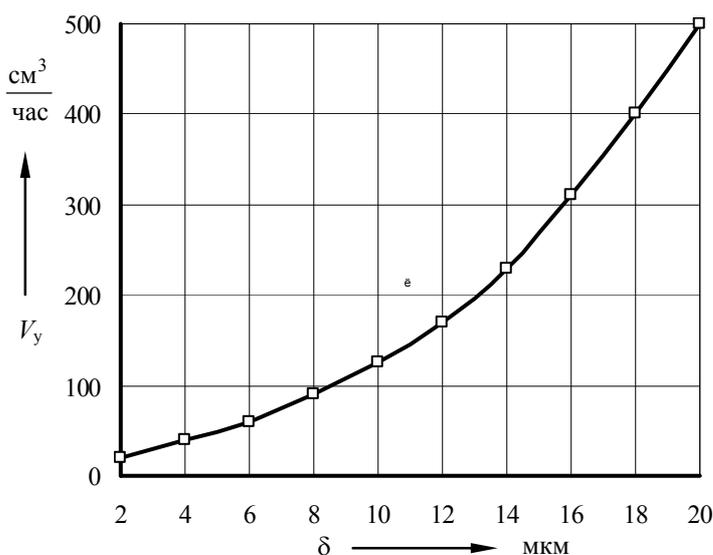


Рис. 2. Утечки топлива в зависимости от диаметрального зазора в прецизионной паре «игла – корпус распылителя» форсунки дизеля Д-440 4ЧН 13/14.

Проведение экспериментальных исследований утечек топлива из форсунок является сложным и дорогостоящим процессом, т.к. производство распылителей с различными по величине зазорами достаточно сложно. С необходимой для практики точностью утечки топлива из форсунок можно определить расчетным путем. Исследования показали, что погрешность расчета утечек топлива по сравнению с результатами эксперимента не превышает 5 – 7 %.

При высоких остаточных давлениях в топливопроводе (до 10 МПа) топливо вытекает из полости форсунки в течение всего цикла и достигает значений в несколько раз больше, чем в системах с малым остаточным давлением. В системах без остаточного давления топливо движется по зазору в паре «игла – корпус распылителя» в течение времени t , соответствующему определенному углу поворота вала ТНВД. Для различных конструкций форсунок утечки топлива V_y можно определить расчетным путем по формулам [2]:

$$V_y = \frac{\pi \cdot d \cdot \delta^3 \cdot \beta}{12 \cdot l \cdot \mu} \cdot \int_{t_1}^{t_2} P_\phi \cdot dt, \quad (1)$$

$$V_y = \frac{\pi \cdot d \cdot \delta^3 \cdot \beta}{12 \cdot l \cdot \mu} \cdot P_o \cdot \Delta t, \quad (2)$$

где V_y – утечки топлива, м³; d – диаметр иглы, м; δ – радиальный зазор, м; β – коэффициент, учитывающий эксцентричное расположение иглы в направляющей (1,1 – 1,15); l – длина направляющей части иглы, м; μ – коэффициент динамической вязкости, Н·с/м²; P_ϕ – переменное по величине давление в канале форсунки в период подачи топлива, Н/м²; t – время, соответствующему определенному углу топливоподачи ТНВД; P_o – остаточное давление в линии нагнетания, Н/м².

По формуле (1) определяются утечки в системах подачи топлива без остаточного давления. Время утечек (от t_1 до t_2) зависит от продолжительности процесса изменения давления в форсунке (30 – 40 градусов поворота вала насоса). По формуле (2)

дополнительно определяются утечки в системах подачи топлива с учетом остаточного давления (давления между впрысками). Топливо вытекает через зазор между иглой и корпусом распылителя за период между впрысками (320 – 330 градусов). Формулу (1) можно также использовать для определения утечек топлива через зазор между плунжером и втулкой насоса, только необходимо учитывать давление над плунжером и размеры плунжерной пары.

В результате утечек через зазор в данной паре топливо попадает в надыгольную полость форсунки, откуда осуществляется его отвод через дренажную систему в бак.

Как показывают исследования [3,4,5,6], возможно не только уйти от проблемы утечки топлива, но и улучшить показатели топливной аппаратуры и дизеля в целом, путём использования бездренажных форсунок с замкнутым надыгольным объемом. Эффективность и работоспособность опытной топливной системы с бездренажными форсунками была проверена путём стендовых испытаний на моторной установке и в дорожных условиях. При работе двигателя с бездренажными форсунками отмечается снижение удельного расхода топлива на 2–3 г/(кВт·ч) и дымность отработавших газов на 20 % по сравнению с серийной аппаратурой [7].

Как известно [3,5,6,8,9,10,11] процесс сгорания топлива, экономические и экологические показатели дизеля определяются характеристиками системы топливоподачи. Дымность отработавших газов дизеля в значительной мере зависит от интенсивности впрыска (давления впрыскиваемого топлива), качества (мелкости) распыливания топлива. Учитывая, что замкнутый объем у форсунки представляет собой гидравлическую пружину (аккумулятор), становится понятна причина интенсификация впрыска и повышения стабильности подачи топлива с опытными форсунками. Применение форсунок с замкнутым объемом над иглой увеличивают давление впрыска топлива и тем самым повышает качество процесса сгорания, в том числе уменьшают образование сажи (дымности).

На кафедре «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование» СибАДИ продолжены экспериментальные и теоретические исследования процесса топливоподачи.

Проведены экспериментальные исследования модернизированных форсунок дизеля КамАЗ-740. Модернизированная форсунка конструктивно отличается от серийной наличием замкнутого объема над иглой распылителя 14 (рисунок 3). В ней отсутствует сливной канал в "обратку", вместо сливной магистрали установлен колпак 7 с дополнительным объемом 1 см³ [5].

Замкнутый объем форсунки представляет собой аккумулятор с гидравлической пружиной жесткостью C_r , вычисляемой по формуле [5]:

$$C_r = \frac{f_u^2}{\alpha_m \cdot V_3}, \quad (3)$$

где f_u – площадь поперечного сечения иглы, м²; V_3 – замкнутый объем в корпусе форсунки над иглой, м³; α_m – коэффициент сжимаемости топлива, м²/Н (принят равным $9 \cdot 10^{-10}$ м²/Н).

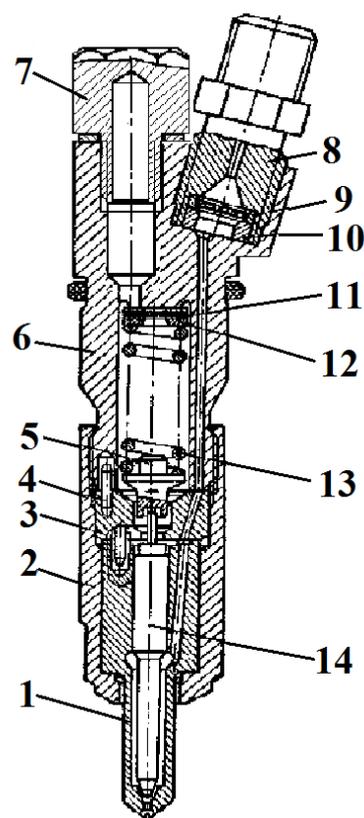


Рис. 3. Форсунка дизеля КамАЗ-740 с замкнутым надыгольным объемом: 1 – корпус распылителя; 2 – гайка распылителя; 3 – проставка; 4 – установочный штифт; 5 – штанга; 6 – корпус форсунки; 7 – колпак с дополнительным объемом; 8 – штуцер; 9 – фильтр; 10 – прокладка; 11 и 12 – регулировочные шайбы; 13 – пружина; 14 – игла распылителя

Жесткость гидравлической пружины при неизменном диаметре иглы (например, 6 мм) зависит от величины V_3 . С учетом жесткости механической пружины и гидравлической общая оптимальная жесткость должна составлять 250 – 350 Н/мм. Так для форсунки двигателя КамАЗ, при $V_3 = 6 \text{ см}^3$ жесткость гидравлической пружины составляет 150 Н/мм. Увеличение жесткости механической пружины базовой форсунки со 180 Н/мм до 330 Н/мм привело к интенсификации процесса впрыска топлива (увеличилось давление впрыска), что снизило расход топлива и токсичность отработавших газов.

Остаточное давление в колпаке форсунки ($P_{КО}$) зависит от остаточного давления в линии высокого давления (P_0), частоты вращения вала насоса n_H , диаметального зазора в распылителе δ_M и может быть определено по формуле :

$$P_{КО} = \left(P_0 + \frac{n_H}{1000} + \frac{5}{(\delta_M + 5)} \right). \quad (4)$$

В процессе подъема иглы давление в колпаке форсунки увеличивается и определяется выражением

$$P_K = P_{КО} + \left(\frac{f_H \cdot y}{\alpha_m \cdot V_3} \right), \quad (5)$$

где y – ход иглы.

Изменение давления в полости форсунки зависит от хода иглы и определяется выражением

$$P_u = V_u / (\alpha_m \cdot V_3), \quad (6)$$

где P_u – давление, создаваемое насосным ходом иглы в замкнутом объеме форсунки V_3 ; V_u – объем топлива, вытесняемый при движении иглы.

Величина V_u вычисляется по формуле

$$V_u = \pi \cdot d_u^2 \cdot y / 4, \quad (7)$$

где d_u – диаметр иглы распылителя.

Утечки топлива из форсунки не покидают систему питания, а возвращаются обратно в период между впрысками через зазор в распылителе в линию высокого давления. Отмечается улучшение показателей топливной аппаратуры дизелей с

аккумуляцией утечек топлива в надыголочном объеме форсунок. [4,6,8]. Форсунки с замкнутым надыголочным объемом способствуют повышению интенсификации впрыска, повышению давления закрытия иглы относительно начала впрыска, стабилизирует протекание процесса впрыска, улучшает распыливание, снижает расход топлива. Однако при работе топливной аппаратуры с бездренажными форсунками к нагнетательному клапану ТНВД предъявляется дополнительное требование – не допускать возможное «гидравлическое заклинивание» иглы. Под «гидравлическим заклиниванием» иглы понимается потеря ее подвижности в результате значительного повышения давления топлива в замкнутом надыголочном объеме. Работа топливной аппаратуры с бездренажными форсунками при гидравлическом заклинивании может привести к аварийной ситуации [4, 6].

С целью устранения гидравлического заклинивания было предложено техническое решение, защищенное а.с. № 1002650 [12]. На рисунке 4 а приведен эскиз серийного нагнетательного клапана дизеля КамАЗ-740, состоящего из седла 1 в форме «бочки» и трубчатого запорного клапана 2. На режимах с пропуском подачи серийный клапан приводит к резкому повышению давления в колпаке форсунки (см. рис. 3) и выходу ее из строя. Для устранения гидравлического заклинивания были разработаны два варианта клапанов. В первом варианте в седле выполнено вертикальное отверстие 3 и проточка 4 (рис. 4 б). Высота h рекомендуется от 3 до 4 мм. Во втором варианте седло 1 не изменяется, а изменяется конструкция клапана 2. Канал 5 соединяется только с отверстием 6, а дополнительный канал 8, диаметром 2 мм, соединяется с корректирующим отверстием 7 (рис. 4 в). Разгерметизация клапана не должна изменять скоростную характеристику насоса. Линия высокого давления соединяется с линией низкого давления через зазор между клапаном и корпусом. Проход в зазор обеспечивается через отверстия 3 или 8.

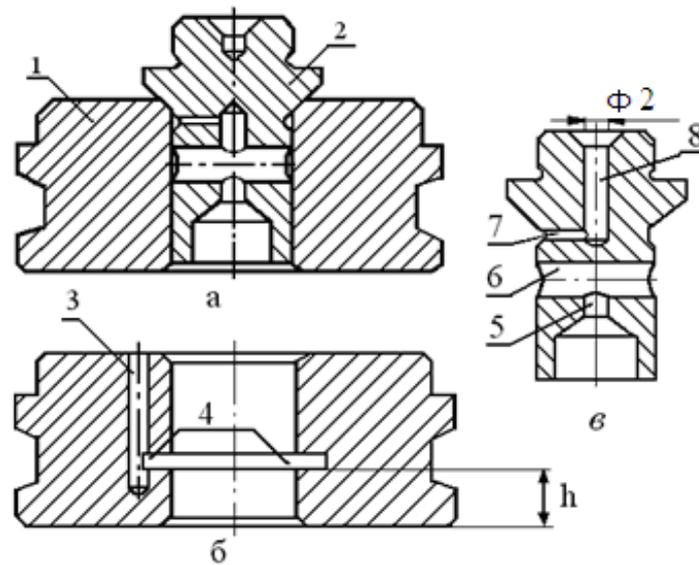


Рис. 4. Различные конструкторские решения нагнетательного клапана

Экспериментальные исследования форсунок с замкнутой надыголочной полостью в составе топливной системы с ТНВД, оснащенной экспериментальным нагнетательным клапаном (рис.1), проведены в лаборатории «Топливная аппаратура» кафедры «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование» СибАДИ.

Установлено, что на частотах 400 и 1500 мин⁻¹ вращения вала ТНВД, когда прекращается подача топлива, в замкнутой полости форсунки (в случае, когда не

происходит открытие отверстия распылителя) может происходить рост давления, приводящий к «гидравлическому заклиниванию» иглы распылителя и аварийному выходу системы питания из строя (рис. 5). При работе насоса с опытными клапанами на аварийных режимах давление в полости форсунки не превышает рабочих значений (1,4 МПа). Внешние скоростные характеристики насоса при работе с серийными клапанами и клапанами с отверстием (см. рис. 4 в) не изменились (см. рис.5).

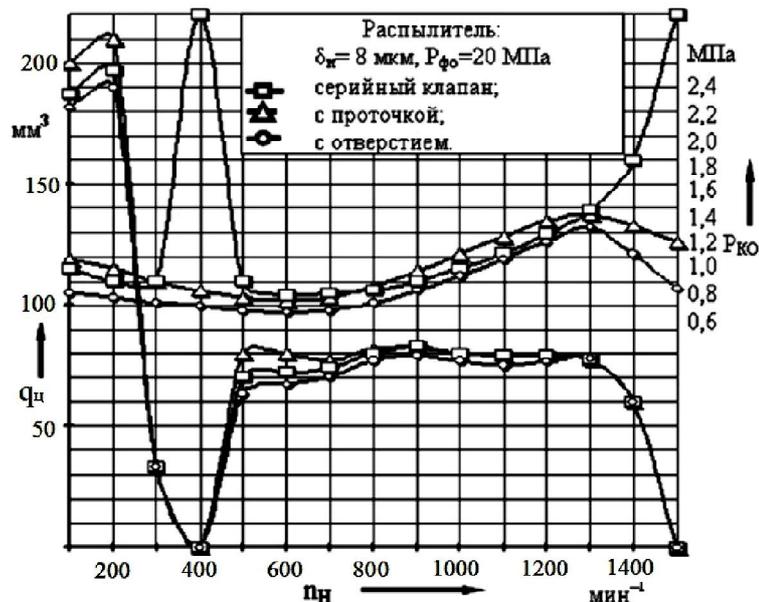


Рис. 5. Изменение цикловой подачи топлива ($q_{ц}$), остаточного давления в колпаке форсунки ($P_{кю}$) в зависимости от частоты вращения вала насоса ($n_{н}$) при работе насоса с нагнетательными клапанами различной конструкции

Исследования утечек топлива через зазор в распылителе проведены на режиме пуска (при частоте вращения вала ТНВД 100 мин^{-1}), когда утечки имеют максимальное значение. На рисунке 6 показано изменение цикловой подачи топлива ($q_{ц}$) на режиме пуска (при частоте вращения вала ТНВД 100 мин^{-1}).

Испытывались комплекты форсунок с диаметральной зазором в распылителе от 5

до 30 мкм. С увеличением зазоров в серийных форсунках наблюдалось значительное снижение цикловой подачи $q_{ц}$ из-за утечек топлива. Значение $q_{ц}$ снизилось от 150 до 110 мм^3 за цикл (снижение $q_{ц}$ около 30 %). При испытании с экспериментальными бездренажными форсунками значение $q_{ц}$ существенно не изменилось (около 3%).

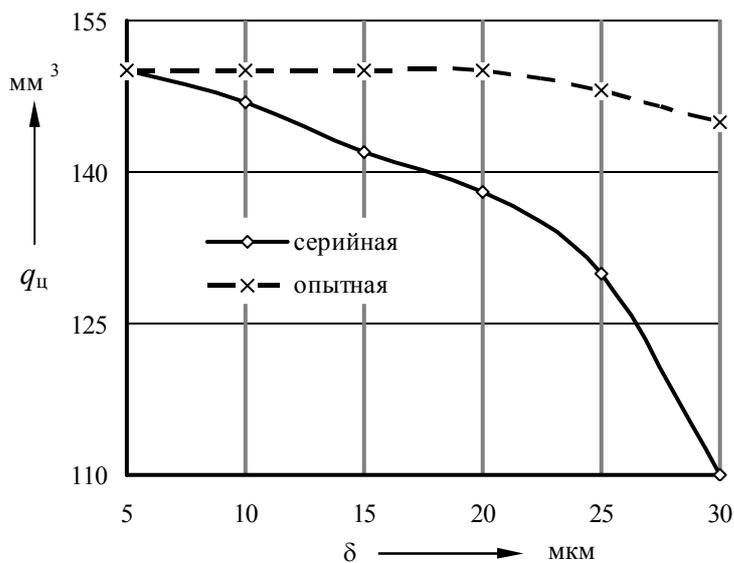


Рис. 6. Изменение цикловой подачи топлива на режиме пуска в зависимости от диаметрального зазора между иглой и корпусом распылителя

Из анализа рисунка 6 следует, что форсунки с замкнутым объемом над иглой обладают саморегулированием цикловой подачи топлива. Меньшая «чувствительность» к росту зазора опытных форсунок позволит повысить начальный зазор в распылителе до 4 – 6 мкм (вместо 2 – 4 мкм), что увеличит подвижность иглы, уменьшит число отказов в результате ее заклинивания.

Таким образом, установлена целесообразность и возможность модернизации топливной аппаратуры дизеля с плунжерным топливным насосом высокого давления (ТНВД) путём рециркуляции утечек топлива из плунжерных пар и форсунок обратно в линию низкого и высокого давления. Необходимо проведение дополнительных теоретических и экспериментальных исследований для определения максимально-допустимого ресурса топливного насоса и форсунок по износу плунжерных пар и распылителей.

Выводы и предложения:

1. В результате теоретических и экспериментальных исследований подтверждена возможность использования

топливной аппаратуры дизеля с рециркуляцией утечек топлива из форсунок, а также проведения исследования расчетным путем.

2. Экспериментальными исследованиями подтверждена эффективность применения модернизированного нагнетательного клапана ТНВД, конструкция которого способна устранять возможное «гидравлическое заклинивание» иглы, приводящее к отказу в работе топливной аппаратуры.

3. Испытания показали стабильность подачи топлива форсунками с замкнутым надигольным объемом при увеличении диаметрального зазора в распылителях до 20 мкм.

4. Требуются дальнейшие исследования для определения геометрических параметров дренажных каналов секции ТНВД, исходя из условия оптимизации утечек для сохранения достаточной смазки плунжерной пары топливом.

5. Необходимы дополнительные исследования для определения максимального ресурса топливного насоса и форсунок по износу плунжерных пар и распылителей.

Библиографический список

1. Файнлейб, Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: справочник / Б.Н. Файнлейб. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

2. Макушев, Ю.П. Диагностирование форсунок дизелей по величине утечек топлива из дренажной магистрали / Ю.П. Макушев, Л.Ю. Михайлова, А.В. Филатов // Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации: Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО "СибАДИ". 67-я научно-практическая конференция "Теория, методы проектирования машин и процессов в строительстве. – Омск: СибАДИ, 2013. – С. 168 – 177.

3. Грехов, Л.В. Улучшение показателей топливной аппаратуры дизелей аккумулярованием утечек в надыгольном объеме форсунок / Л.В. Грехов // Рабочие процессы дизелей: сб. / Под ред. В.А. Вагнера, Н.А. Иващенко, Д.Д. Матиевского. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1995. – С. 47 – 56.

4. Кулешов, А.С. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания / А.С. Кулешов, Л.В. Грехов. – М.: МГТУ, 2000. – 64 с.

5. Макушев, Ю.П. Системы питания быстроходных дизелей: учебное пособие / Ю.П. Макушев. – Омск: СибАДИ, 2004. – 181 с.

6. Грехов, Л.В. Результаты исследования экологических и экономических показателей дизеля при использовании топливной аппаратуры с аккумулярованием утечек в надыгольном объеме // А.Л. Грехов, А.Г. Коротнев // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 1997. – № 10–12. – С. 10 – 15.

7. Повышение эффективности работы дизелей семейства КамАЗ: отчет о НИР Инв. № 01.88.0052212/ Павлодарский индустриальный институт; Науч. рук. Ю.П. Макушев. – Павлодар, 1990. – 90 с.

8. Грехов, Л.В. Улучшение экологических и экономических показателей дизеля при аккумуляровании топлива в надыгольной полости форсунки / Л.В. Грехов, А.Г. Коротнев, А.Р. Кульчицкий, В. И. Ивин // Решение экологических проблем в автотракторном комплексе: Тез. докл. 3-ей между. науч.-техн. конф. – М., 1999. – С. 177.

9. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В. А. Марков. – М.: Легион-Автодата, 2004. – 344 с.

10. Лашко, В.А. Концепция образования выбросов отработавших газов и возможность управления процессом сгорания в поршневом двигателе / В.А. Лашко, И.Ю. Привальцев // Актуальные проблемы создания, проектирования и эксплуатации современных двигателей внутреннего сгорания. - Вып. 5. - Хабаровск, 2012. – С. 49 – 65.

11. Коньков, А.Ю. Диагностирование дизеля на основе идентификации рабочих процессов / А.Ю. Коньков, В.А. Лашко. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 365 с.

12. А.с. СССР № 1002650. М.Кл³ F 02 M 59/44 Макушев Ю.П. Нагнетательный клапан / Ю.П. Макушев, В.А. Комаров, В.П. Василевский. Павлодарский индустриальный институт. – № 3371797; Заявл. 28.12.1981; Опубл. 9.11.1982. – 2 с.

IMPROVEMENT ECOLOGICAL AND EFFECTIVE INDICATORS OF DIESEL IN OPERATION BY RECIRCULATION LEAKS IN THE FUEL EQUIPMENT

Y.P. Makushev, A.L. Ivanov,
V.A. Kania, S.S. Voytenkov

Abstract. Theoretical and experimental investigation of diesel power system with recirculating fuel leaks have been held. Method of calculating fuel leaks depending on the wear of spray nozzles is shown. The ability to preserve the stability of diesel fuel equipment parameters during continuous operation has been proved. The test results of the fuel equipment with nozzles having a closed volume above the needle are given. The authors noted an increase stability of the experimental fuel equipment parameters, reducing specific fuel consumption and smoke exhaust gas.

Keywords: fuel equipment, delivery valve, fuel leaks, cyclic pitch, specific fuel consumption, smoke.

References

1. Fajtlejb B.N. *Toplivnaja apparatura avtotraktornyh dizelej: spravocnik* [Fuel equipment of autotractor diesels: reference book]. L.: Mashinostroenie, 1990. 352 p.

2. Makushev Ju.P., Mihajlova L.Ju., Filatov A.V. Diagnostirovanie forsunok dizelej po velichine utechek topliva iz drenazhnoj magistrali [Diagnosing of nozzles of diesels in size of leak of fuel from the drainage highway]. *Arhitektura. Stroitel'stvo. Transport. Tehnologii. Innovacii: Materialy Mezhdunarodnogo kongressa FGBOU VPO "SibADI". 67-ja nauchno-prakticheskaja konferencija "Teorija, metody proektirovanija mashin i processov v stroitel'stve*, Omsk: SibADI, 2013. pp. 168 – 177.

3. Grehov L.V. *Uluchshenie pokazatelej toplivnoj apparatury dizelej akkumulirovaniem utechek v nadygolochnom ob'eme forsunok* [Improvement of indicators of the fuel equipment of diesels by accumulation of leaks in the nadygolochny volume of nozzles]. Pod red. V.A. Vagnera, N.A. Ivashhenko, D.D. Matievskogo. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 1995. pp. 47 – 56.

4. Kuleshov A.S., L.V. Grehov *Matematicheskoe modelirovanie i komp'juternaja optimizacija toplivopodachi i rabochih processov dvigatelej vnutrennego sgoranija* [Mathematical modeling and computer optimization of fuel feeding and working processes of internal combustion engines]. Moscow, MGTU, 2000. 64 p.

5. Makushev Ju.P. *Sistemy pitaniya bystrohodnyh dizelej* [Power supply systems of high-speed diesels: manual]. Omsk: SibADI, 2004. 181 p.

6. Grehov L.V., Korotnev A.G. *Rezultaty issledovanija jekologicheskikh i jekonomicheskikh*

pokazatelej dizelja pri ispol'zovanii toplivnoj apparatury s akkumulirovanem utechek v nadygol'nom ob'eme [Results of research of ecological and economic indicators of the diesel when using the fuel equipment with accumulation of leaks in nadygolny volume]. *Izvestija VUZov. Mashinostroenie*, 1997, no 10–12. pp. 10 – 15.

7. *Povyshenie jeffektivnosti raboty dizelej semejstva KamAZ: otchet o NIR Inv. № 01.88.0052212/ Pavlodarskij industrial'nyj institut*; Nauch. ruk. Ju.P. Makushev [Increase of overall performance of diesels of the KAMAZ family: report on NIR of Inv. No. 01.88.0052212]. Pavlodar, 1990. 90 p.

8. Grehov L.V., Korotnev A. G., Kul'chickij A.R., Ivin V.I. Uluchshenie jekologicheskikh i jekonomicheskikh pokazatelej dizelja pri akkumulirovanii topliva v nadygol'noj polosti forsunki [Improvement of ecological and economic indicators of the diesel at accumulation of fuel in a nadygolny cavity of a nozzle]. *Reshenie jekologicheskikh problem v avtotraktorom komplekse: Tez. dokl. 3-ej mezhd. nauch.-tehn. konf. Moscow*, 1999. p. 177.

9. Grehov L.V., Ivashhenko N.A., Markov V.A. *Toplivnaja apparatura i sistemy upravlenija dizelej: uchebnik dlja vuzov* [Fuel equipment and control systems of diesels: the textbook for higher education institutions]. Moscow, Legion-Avtodata, 2004. 344 p.

10. Lashko, V.A., Prival'cev I.Ju. *Koncepcija obrazovanija vybrosov otrabotavshih gazov i vozmozhnost' upravlenija processom sgoranija v porshnevom dvigatele* [The concept of formation of emissions of the fulfilled gases and a possibility of management of process of combustion in the piston engine]. *Aktual'nye problemy sozdaniya, proektirovanija i jekspluatacii sovremennyh dvigatelej vnutrennego sgoranija*, Vyp. 5. Habarovsk, 2012. pp. 49 – 65.

11. Kon'kov A.Ju. Lashko V.A. *Diagnostirovanie dizelja na osnove identifikacii rabochih processov* [Diagnosing of the diesel on the basis of identification of working processes]. Vladivostok: Dal'nauka, 2014. 365 p.

12. Makushev Ju.P., Komarov V.A., Vasilevskij V.P. A.s. SSSR № 1002650. M.KI3 F 02 M 59/44 *Nagnetatel'nyj klapav [Ampere-second. USSR No. 1002650. M of KI3 of F 02 M 59/44 Makushev Yu.P. Delivery valve]. Pavlodarskij industrial'nyj institut. – № 3371797; Zajavl. 28.12.1981; Opubl. 9.11.1982. 2 p.*

Макушев Юрий Петрович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Тепловые двигатели и автотракторное оборудование» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail:makushev321@mail.ru).

Иванов Александр Леонидович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Тепловые двигатели и автотракторное оборудование» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Каня Валерий Анатольевич (Россия, г. Омск) – доцент кафедры «Тепловые двигатели и автотракторное оборудование» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Войтенков Сергей Сергеевич (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail:kaf_oput@sibadi.org).

Makushev Yury Petrovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor «Heat engines and the auto tractor equipment» The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail:makushev321@mail.ru).

Ivanov Alexander Leonidovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor, the department chair «Heat engines and the auto tractor equipment» The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Kania Valery Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – associate professor «Heat engines and the auto tractor equipment» The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Voytenkov Sergey Sergeevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor «The organization of transportations and management on transport» The Siberian State Automobile and Highway Academy. (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail:kaf_oput@sibadi.org).

УДК 656.025.2

АНАЛИЗ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО КОРИДОРА ЧЕРЕЗ КЫРГЫЗСТАН

Б. Советбеков

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кыргызско-Российский Славянский университет» (ГОУВПО, КРСУ) им. первого Президента Российской Федерации Б.Н.Ельцина, г. Бишкек, Кыргызстан.

Аннотация. В статье приведен анализ конкурентоспособности мультимодального коридора. Используя формальную и прогнозную экстраполяции, с помощью множественной регрессионной модели зависимости объема импорта и реэкспорта определены прогнозные данные грузопотока на 2009-2020 годы по

предлагаемому к открытию мультимодальному коридору, даны оценки существующей инфраструктуры железнодорожных станций и количественных показателей предлагаемого мультимодального коридора. По итогам исследования обоснованно сделан общий вывод об осуществимости, необходимости и достаточности мультимодальных перевозок по данному маршруту.

Ключевые слова: транспортный коридор, контейнер, перевозка, доставка, маршрут.

Введение

Важную роль в мировой торговле играют международные евроазиатские транспортные коридоры [1]. Международные транспортные коридоры обеспечивают практически единственный способ доступа Кыргызской Республики к региональным рынкам товаров, услуг и играют существенную роль в обеспечении связи между основными экономическими центрами внутри страны.

Существует необходимость систематического анализа конкурентоспособности мультимодального коридора: от Кашгара (КНР) до Балыкчи (или Бишкека) (Кыргызстан); и от Кашгара (КНР) до Оша (Кыргызстан).

Исследование включает в себя: прогноз грузопотока по предлагаемому мультимодальному коридору; оценку существующей инфраструктуры железнодорожных станций, которые будут связаны мультимодальным коридором;

Методология исследования. В настоящем исследовании используется следующая последовательность получения данных и их интерпретации: кабинетные исследования путем сбора данных в открытом доступе, а также анализ данных, полученных непосредственно от причастных организаций, министерств и ведомств.

Рабочая гипотеза данного исследования

Существует устойчивый поток контейнеризированных грузов из Южной Кореи и развитых промышленных зон океанического побережья КНР в Ферганскую долину.

Предполагается, что рассматриваемый Транскиргизский мультимодальный коридор (в дальнейшем ТКММК), при условии выполнения ряда требований по доставке: «стоимость – срок – надежность – сохранность», может на постоянной основе обеспечивать перевозку до 25% контейнеризированных грузов с местом назначения Ферганская долина из Южной Кореи и развитой восточной части КНР. В дальнейшем возможно привлечение

грузопотока в Таджикистан и Афганистан путем предложения услуг ТКММК.

Основными конкурентами ТКММК будут казахстанские автомобильные и железнодорожные переходы, а именно автомобильный и в ближайшем будущем железнодорожный переход Хоргос, основной железнодорожный переход Достык-Алашанькоу, а также ст. Локоть, через которую с Транссиба транзитом через Казахстан попадают контейнеры из стран АТР (включая США и Канаду).

Вторым направлением возможного использования ТКММК является переориентация контейнеров с местом назначения Кыргызстан, ныне следующих транзитом через Казахстан.

В широком смысле, речь идет о формировании постоянно развивающейся и устойчиво функционирующей Центральноеазиатской сухопутной мультимодальной контейнерной линии по аналогии с Океаническими или Морскими контейнерными линиями (Sea Lines).

Прогноз грузопотока по мультимодальному коридору

В настоящее время около 80% всех китайских экспортных грузов по стоимости и 60% по весу относятся к категории контейнеропригодных [2]. Все эти грузы идеально подходят для перевозки автомобильным транспортом. В то же время автомобильный транспорт позволит развивать альтернативные маршруты доставки товаров из Китая в Европу, существенно снизить время товаров в пути, а также реализовать эффективные логистические схемы доставки «от двери до двери», при контроле параметров движения подвижного состава с применением ГЛОНАСС [3,4].

Автодороги Ош-Сары-Таш-Иркештам и Бишкек-Нарын-Торугарт обеспечивают транзитное движение через территорию Кыргызской Республики, являются потенциально важными международными транспортными коридорами.

Перевозка грузов через КПП Торугарт и Иркештам в основном осуществляется

киргизскими и китайскими перевозчиками, их коэффициент использования пробега составил 51,5%. Из-за отсутствия данных о количестве перевезенных контейнеров через КПП Торугарт и Иркештам оценим поток потенциально контейнеризируемых грузов в условных ДФЭ (т.е. условно упакованных в 20-футовые контейнеры).

Таким образом, оценку грузопотока в условных ДФЭ нужно искать в «коридоре» величин: верхний порог – весь поток в 40-футовых контейнерах; и нижний порог – весь поток в 20-футовых контейнерах. То есть оценка грузопотока в условных ДФЭ колеблется от 17,5 до 34,9 тысяч и т.д.

Оценка грузопотока в условных ДФЭ по массе груза должна учитывать, что полуприцеп-контейнеровоз может перевозить следующие виды контейнеров: один 20-футовый стандартный контейнер, установленный посередине рамы, массой не более 30.000 кг; два 20-футовых стандартных контейнера общей массой не более 32.000кг; один 40-футовый стандартный контейнер; и др.

Согласно Постановлению Правительства КР «Об утверждении размеров сборов за пропуск тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования Бишкек-Нарын-Торугарт и Ош-Сары-Таш-Иркештам», принятому в 2009 году, проезд автотранспортных средств общей массой более 55 тонн с грузом или без груза запрещается [5].

Использование железной дороги ограничивается «Правилами перевозки грузов в универсальных контейнерах по железным дорогам государств-участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики и Эстонской Республики» следующим образом: «Максимальная масса груза в контейнере не должна превышать разности между указанными на трафарете контейнера массы брутто и массы тары контейнера. Крупнотоннажные контейнеры с массой брутто, превышающей установленный стандартом ИСО номинал, должны загружаться до массы брутто равной: 20 футов – 24 т; 30 футов – 25,4 т; 40 футов – 30,48 т.

При оценке грузопотока в условных ДФЭ, китайские автомобили загружались в среднем на 28,1 тонн/рейс при поездке через Торугарт, а киргизские автомобили загружались в среднем на 29,1 тонн/рейс при поездке тоже через КПП Торугарт. Максимальный вес брутто 40-футового контейнера 30,5 тонны.

При погрешности измерения в 5% диапазон значений составит от 29,0 до 32,0 тонн/рейс. Автомобиль-контейнеровоз может взять либо один 40-футовый контейнер до 32 тонн, либо два 20-футовых контейнера по 15-16 тонн каждый [6].

Таким образом, грузопоток в контейнерах можно оценить либо через нижние и верхние пороги удельного веса груза, соответствующие 29,0 и 32,0 тонн/рейс, либо через их среднее значение – 30,5 тонн, что является максимальным весом брутто 40-футового контейнера. Соответственно, величина грузопотока в условных ДФЭ определяется делением объема перевезенных грузов на 15,25 тонны, так как один 40-футовый контейнер эквивалентен 2 ДФЭ (30,5 тонны делим пополам).

В разработках прогнозов генетического (изыскательского) характера, как правило, используются эконометрические модели путем экстраполяции тенденций рассматриваемых процессов и решений. Использование прогнозных разработок эконометрических моделей, так или иначе, основано на предположении о сохранении в будущем основных причинно-следственных отношений между характеристиками исследуемого процесса и влияющими на них факторами, которые имели место на протяжении некоторого периода времени в прошлом и настоящем. При этом различают формальную и прогнозную экстраполяцию.

Формальная экстраполяция предполагает полную неизменность существовавших в прошлом тенденций.

Проведем формальную экстраполяцию имеющихся данных по грузопотокам через КПП Торугарт и Иркештам за 2005-2008 годы (табл. 1).

Грузоперевозки по рассматриваемым транспортным маршрутам обслуживают внешнюю торговлю Кыргызстана с Китайской Народной Республикой, поэтому наиболее перспективным является рассмотрение функциональной зависимости грузопотоков через КПП Торугарт и Иркештам от показателей торговли с Китаем.

Согласно расчетам коэффициент корреляции между общим грузопотоком и объемом товарооборота между КР и КНР равен 0,980861, а коэффициент корреляции между общим грузопотоком и импортом в КР из КНР составляет 0,988166. Таким образом, для анализа можно использовать функциональную связь общего грузопотока с объемом импорта из КНР.

ТРАНСПОРТ

Таблица 1 – Данные для оценки корреляции

	2005	2006	2007	2008
Товарооборот между КНР и КР	129,5	283,7	417,5	772,6
Импорт из КНР и КР	102,9	245,6	355,6	728,2
Общий грузопоток	22,7	27,3	33,8	63,2

Рассмотрение различных аппроксимирующих кривых показало достаточную приемлемость линейной и экспоненциальной моделей, однако, полиномы второй и третьей степеней лучше описывают зависимость общего грузопотока

через КПП Торугарт и Иркештам от объема импорта из КНР в Кыргызстан (табл.2). Степенная и логарифмическая модели значительно хуже подходят для решения нашей задачи.

Таблица 2 – Модели зависимости общего грузопотока через КПП Торугарт и Иркештам (тыс. ДФЭ) от объема импорта из КНР (млн. долл. США)

Модель	Функция	Коэффициент корреляции R ²
Линейная	$y = 0,0677x + 12,736$	0,976
Экспоненциальная	$y = 18,854e^{0,0017x}$	0,9827
Полином 2 степени	$y = 0,0000359x^2 + 0,0371495x + 17,5488659$	0,9877369
Полином 3 степени	$y = -0,0000003x^3 + 0,0004133x^2 - 0,0879856x + 27,8423842$	0,9981097

* здесь x – объем импорта из КНР в млн. долл. США, а y – грузопоток в тыс. ДФЭ.

На следующем шаге необходимо экстраполировать имеющиеся данные по импорту из КНР на 2010-2020 годы. Возможность такой экстраполяции основана на том, что импорт в Кыргызстан из КНР идет на внутреннее потребление и реэкспорт в ряд стран СНГ. В свою очередь, изменения во

внутреннем потреблении связаны с изменениями ВВП рассматриваемых стран. На основании имеющихся данных по импорту из КНР и прогнозов МВФ построена множественная регрессионная модель и рассчитаны прогнозные значения импорта из КНР в КР на 2010-2020 годы (табл.3).

Таблица 3 – Множественная регрессионная модель зависимости объема импорта из КНР (млн. долл. США) от ВВП КР, КНР и стран-партнеров КР по реэкспорту (млрд. долл. США) и прогноз на 2010-2020 гг.

Год	ВВП КР	ВВП КНР	ВВП РФ	ВВП РК	ВВП РУ	ВВП РТ	Импорт из КНР
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	y
2010	5,1	5 364,9	1 507,6	126,3	37,3	5,5	422,2
2011	5,6	5 987,6	1 733,9	143,5	41,5	6,1	541,6
2012	6,2	6 698,9	1 978,4	161,7	47,3	6,7	558,7
2013	6,8	7 504,2	2 282,7	182,2	53,6	7,4	627,9
2014	7,5	8 414,7	2 649,4	208,3	60,8	8,2	701,9
2015	8,1	9 436,8	3 060,6	236,3	69,0	9,1	826,2
2016	8,5	9 746,6	2 953,3	234,5	70,7	9,5	833,1
2017	9,0	10 485,9	3 163,4	249,0	76,6	10,1	857,2
2018	9,4	11 184,1	3 383,7	264,7	82,3	10,7	884,3
2019	9,9	11 880,5	3 637,5	282,6	88,0	11,3	913,7
2020	10,6	12 673,4	3 956,1	305,4	94,0	12,1	1 013,0
Параметры регрессионной модели							
	a6	a5	a4	a3	a2	a1	b
	243,10	-104,73	0,07	0,37	0,67	-163,89	- 348,72

* данные по ВВП на 2016-2020 для каждой страны были рассчитаны с помощью линейной регрессии.

ТРАНСПОРТ

На основании построенных моделей (1) зависимости общего грузопотока через КПП Торугарт и Иркештам (тыс. ДФЭ) от объема импорта из КНР (млн. долл. США) и (2) объема импорта из КНР (млн. долл. США) от

ВВП КР, КНР и стран-партнеров КР по реэкспорту (млрд. долл. США) рассчитаны прогнозные показатели грузопотока через КПП Торугарт и Иркештам на 2010-2020 годы (табл.4).

Таблица 4 – Прогноз грузопотока через КПП Торугарт и Иркештам на 2010-2020 гг. на основе формальных моделей

Год	Импорт из КНР	Линейн.	Экспоненц.	Полином 2 ст.	Полином 3 ст.
2010	422,2	41,3	38,6	39,6	41,8
2011	541,6	49,4	47,3	48,2	53,8
2012	558,7	50,6	48,7	49,5	55,4
2013	627,9	55,2	54,8	55,0	61,3
2014	701,9	60,3	62,2	61,3	66,0
2015	826,2	68,7	76,8	72,7	68,1
2016	833,1	69,1	77,7	73,4	67,9
2017	857,2	70,8	81,0	75,8	67,2
2018	884,3	72,6	84,8	78,5	65,8
2019	913,7	74,6	89,1	81,5	63,7
2020	1013,0	81,3	105,5	92,0	51,0

Необходимо отметить, что прогноз, построенный на основе полиномиальной модели третьей степени «грузопоток от импорта из Китая», в силу математических особенностей неприменим для долгосрочного периода. Исходя из величин прогноза в период с 2015 по 2020 год, можно условно именовать прогноз, построенный на формальной полиномиальной модели второй степени, базовым или умеренным, экспоненциальной модели – оптимистическим, а линейной модели – пессимистическим.

Согласно прогнозу, построенному на формальной полиномиальной модели второй степени, средний ежегодный рост

общего грузопотока составит 7,3% в период с 2010 по 2020 годы, а средний ежегодный рост в период с 2011 по 2020 годы составит 9,0%.

Если формально рассчитать прогнозные данные грузопотока на 2009-2020 годы, то общий грузопоток мог превысить 100 тысяч ДФЭ уже в 2012 году, а в 2020 мог бы превысить 200 тысяч ДФЭ (Табл.5). Также необходимо отметить, что согласно этим формальным моделям средний ежегодный рост грузопотока через КПП Торугарт в период 2009-2020 годов составил бы 9,74%, через КПП Иркештам – 11,81%. Средний ежегодный рост общего грузопотока составил бы 10,72%.

Таблица 5 – Прогноз грузопотока на 2009-2020 гг.

Год	Торугарт	Иркештам	Общий грузопоток	Торугарт-рост, %	Иркештам-рост, %	Общий рост, %
2009	37,3	31,6	68,8	19,4	-1,4	8,8
2010	43,2	38,4	81,6	16,1	21,7	18,6
2011	49,2	45,2	94,4	13,9	17,8	15,7
2012	55,2	52,1	107,2	12,2	15,1	13,6
2013	61,2	58,9	120,0	10,9	13,1	12,0
2014	67,2	65,8	132,8	9,8	11,6	10,7
2015	73,2	72,6	145,6	8,9	10,4	9,6
2016	79,2	79,4	158,4	8,2	9,4	8,8
2017	85,2	86,3	171,2	7,6	8,6	8,1
2018	91,2	93,1	184,0	7,0	7,9	7,5
2019	97,2	100,0	196,8	6,6	7,4	7,0
2020	103,1	106,8	209,6	6,2	6,8	6,5

Оценка существующей инфраструктуры железнодорожных станций, которые будут связаны мультимодальным коридором.

Транспортные мультимодальные коридоры через Кыргызстан будут связывать между собой железнодорожные станции Аламедин, Балыкчи и Ош-2 на территории

Кыргызстана, железнодорожную станцию Каши (Кашгар) на территории КНР и железнодорожную станцию Андижан на территории Республики Узбекистан.

Существующая в настоящее время инфраструктура этих ж/д станций позволяет обрабатывать крупнотоннажные 20-ти и 40-футовые контейнеры. Однако будет резонным более детально оценить существующую инфраструктуру железнодорожных станций, которые будут связаны мультимодальным коридором, для того чтобы быть уверенными, что эти ж/д станции справятся с увеличившимся потоком контейнеризированного груза.

Железнодорожная станция Аламедин расположена в промышленной зоне Бишкека. Из четырех подъездных путей – два для погрузки и выгрузки, а два – только для погрузки. В наличии 6 единиц погрузочно-разгрузочной техники: 2 ричстакера Fantuzzi грузоподъемностью 45 тонн, 2 спредера грузоподъемностью 20 тонн и 2 тросовых крана грузоподъемностью 10 тонн. Общая площадь четырех контейнерных площадок порядка 3,2 тысячи кв.м. На станции имеются возможности по оказанию различных таможенных услуг, таможенные брокеры, санитарная инспекция/сертификация и услуги загрузки/разгрузки (около 20 вагонов в сутки).

Железнодорожная станция Балыкчи (Рыбачье) в прошлом играла важную роль в региональном транспорте, но сейчас ее мощности, в том числе вследствие объективных причин [7], используются в недостаточной степени. Площадь контейнерной площадки 2 тысячи кв.м. В настоящее время возможности для обработки крупнотоннажных контейнеров отсутствуют. Один подъездной путь длиной 450 метров и 2 козловых крана грузоподъемностью 5,5 тонн, если для станции Балыкчи приобрести один ричстакер грузоподъемностью до 45 тонн, то ее можно будет использовать для мультимодальных перевозок.

В городе Ош есть две железнодорожные станции: Ош-1 и Ош-2. Станция Ош-2 находится в промышленной зоне и имеет много подъездных путей к заводам, но большинство заводов не работает.

На станцию поступают в основном вагоны-платформы с контейнерами из Китая (транзитом через Казахстан), вагоны-автомобилевозы с новыми и поддержанными автомобилями, цистерны с топливом. Из Оша вывозится в основном металлолом и сельскохозяйственная продукция.

Для обработки грузов можно использовать 3 подъездных пути общей длиной 975 м. Площадь контейнерной площадки 30 тысячи кв.м.

На станции Ош-2 в наличии 2 крана: 1 железнодорожный кран грузоподъемностью 60 тонн – его можно использовать для работ с груженными контейнерами, и 1 козловой кран грузоподъемностью 10 тонн – для погрузки порожних контейнеров. Ежедневно станция может обрабатывать до 75 контейнеров.

Заключение

Кабинетное исследование, а также анализ данных, полученных как от импортеров, так и от перевозчиков, дают в совокупности общий вывод об осуществимости, необходимости и достаточности мультимодальных перевозок по данному маршруту.

Наиболее подходящим и перспективным маршрутом для транзита видится южная ветвь Транскиргизского мультимодального коридора, проходящая по маршруту Кашгар – Иркештам – Сары-Таш – Ош – Андижан с ответвлением на таджикское направление с Сары-Таша на Карамык и далее Джергиталь.

Северная ветвь, а именно Кашгар – Торугарт – Нарын – Балыкчи – Бишкек в аспекте мультимодальных перевозок более востребована как «импортозамещающая», то есть нацелена на уменьшение транзитной железнодорожной составляющей по территории Казахстана с перегрузом контейнеров на автомобильный транспорт.

Библиографический список

1. Шаповал, Д.В. Развитие международных транспортных коридоров / Д.В.Шаповал // Техника и технология строительства. – № 1 (5). – 2016. – С. 8-12.
2. Войтенков, С.С. Грузоведение / С.С. Войтенков, Т.В. Самусова, Е.Е. Витвицкий // Учебник. – Омск: СибАДИ, 2014. – 196 с.
3. Витвицкий, Е.Е. Применение систем ГЛОНАСС / Е.Е. Витвицкий, В.Е. Алпеев // Технология, организация и управление автомобильными перевозками: Сборник научных трудов №3 / СибАДИ. – Омск, 2010. – С. 236-239.
4. Хорошилова, Е.С. Совершенствование организации перевозок почты с использованием ГЛОНАСС / Е.С. Хорошилова, И.Ю. Грачев, Д.А. Мартынов // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / СибАДИ – Омск, 2011. – Кн. 1. – С. 264-265
5. Каримов, Б.Б. Горные дороги Кыргызстана / Б.Б. Каримов, Ж.К. Калилов, С.К. Кожобергенов. – М.: Интрансдорнаука, 2012. – 336 с.

6. Рахимов, К. Региональный проект USAID по либерализации торговли и таможенной реформе / К. Рахимов, и др. – Бишкек, 2010. – 94 с.

7. Войтенков, С.С. Подходы к управлению автомобильным транспортом в регионе / С.С. Войтенков, Е.Е. Витвицкий // Механизация строительства. – №1. – 2016. – С. 37-39.

THE ANALYSIS OF MULTIMODAL CORRIDOR THROUGH KYRGYZSTAN

B. Sovetbekov

Abstract. The article provides an analysis of the competitiveness of multimodal corridor. Using formal and predictive extrapolation, using a multiple regression model depending on the volume of imports and re-defined traffic forecast data for 2009-2020 at the opening of the proposed multimodal corridor, are evaluating the existing infrastructure of railway stations and quantitative indicators of the proposed multimodal corridor. The study rightly made a general conclusion on the feasibility, necessity and sufficiency of multimodal transport along this route.

Keywords: transport, corridor, container, transportation, delivery, route.

References

1. Shapoval D.V. Razvitie mezhdunarodnyh transportnyh koridorov [The development of international transport corridors]. *Tehnika i tehnologija stroitel'stva*, no 1 (5), 2016. pp. 8-12.

2. Vojtenkov S.S., Samusova T.V., Vitvickij E.E. *Gruzovedenie* [Gruzovedenie]. Omsk: SibADI, 2014. 196 p.

3. Vitvickij E.E., Alpeev V.E. *Primenenie sistem GLONASS* [The use of GLONASS]. *Tehnologija, organizacija i upravlenie avtomobil'nymi perevozkami: Sbornik nauchnyh trudov no 3*, SibADI, Omsk, 2010. pp.236-239.

4. Horoshilova E.S., Grachev I.Ju., Martynov D.A. *Sovershenstvovanie organizacii perevozok pochty s ispol'zovaniem GLONASS* [Improving mail traffic organization using GLONASS]. *Razvitie dorozhno-transportnogo kompleksa i stroitel'noj infrastruktury na osnove racional'nogo prirodopol'zovanija: Materialy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh* / SibADI Omsk, 2011. Kn.1. pp. 264-265.

5. Karimov B.B., Kalilov Zh.K., Kozhobergenov S.K. *Gornye dorogi Kyrgyzstana* [Mountain road in Kyrgyzstan]. Moscow, Intransdornauka, 2012. 336 p.

6. Rahimov K. *Regional'nyj projekt USAID po liberalizacii trgovli i tamozhennoj reforme* [Regional Trade Liberalization and Customs]. Bishkek, 2010. 94 p.

7. Vojtenkov S.S., Vitvickij E.E. *Podhody k upravleniju avtomobil'nym transportom v regione* [Approaches to the management of road transport in the region]. *Mehanizacija stroitel'stva*, no 1. 2016. pp. 37-39.

Советбеков Болотбек (Бишкек, Кыргызстан) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» ГОУВПО «КРСУ» (720055, г. Бишкек, ул. Киевская 44, e-mail: 260479@mail.ru).

Sovetbekov B. – candidate of technical sciences, assistant Professor. High state institution of professional education «Kyrgyz-Russian Slavic university» of first president of Russian Federation B.N Yeltsin (720055, Bishkek, Kiyevskaya St. 44, e-mail: 260479@mail.ru).

УДК 621.436

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Л.Н. Тышкевич, Б.В. Журавский
ФГБОУ ВО «СИБАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрена проблема, связанная с затруднением пуска холодных автомобильных ДВС в условиях низких отрицательных температур. Эта проблема особенно актуальна для Российской Федерации, поскольку большая часть территории нашей страны находится в зоне холодного климата. Рассмотрены факторы, влияющие на пуск дизельного двигателя. Показано, что для улучшения пусковых и эксплуатационных качеств ДВС в условиях низких отрицательных температур наиболее эффективен подогрев их основных функциональных систем. Говорится, что в случае использования в качестве источника энергии для электрических нагревательных элементов бортовой аккумуляторной батареи возникает необходимость в оптимизации распределения энергии. Приведено описание устройства и принципов работы предлагаемой автоматизированной системы комплексной предпусковой тепловой подготовки дизельных двигателей.

Ключевые слова: пуск ДВС, эксплуатационные свойства автомобиля, электрические нагревательные элементы, оптимизация, электронная система управления.

Введение

Значительная часть потенциальных запасов природных ресурсов нашей страны приходится на территории Сибири и Крайнего севера, отличающиеся экстремальными климатическими условиями, характеризующимися продолжительным зимним периодом и низкими отрицательными температурами. Освоение и дальнейшее развитие этих регионов страны во многом зависит от эффективности работы автомобилей и специальных машин. Эффективность работы автомобилей и специальных машин в условиях сурового климата во многом определяется их приспособленностью к данным условиям [1, 2]. Как показывает практика, современные транспортные машины часто выпускаются неподготовленными к суровым климатическим условиям Сибири и Крайнего Севера. В частности, они не оборудованы подогревателями топлива в баке и топливных фильтрах, обладают недостаточно эффективными системами пуска двигателя, жизнеобеспечения и т.п. Неудовлетворительная подготовка транспортных машин к эксплуатации в суровых климатических условиях приводит к простоям автомобилей, значительным затратам средств и даже к человеческим жертвам.

Одной из основных проблем при эксплуатации транспортных машин в условиях низких отрицательных температур является обеспечение надежного пуска холодного двигателя после межсменной стоянки техники в неотапливаемых помещениях и на открытых площадках [2,3, 4,5]. Проблема обостряется в случае удаленности временных мест стоянки транспортных средств от основных мест базирования, что затрудняет применение многих эффективных методов и средств облегчения пуска. Часто в таких случаях пытаются избежать проблем, связанных с пуском холодного двигателя, двигатель во время стоянки транспортного средства не глушат, что существенно снижает его ресурс и приводит к повышенному расходу топлива.

Пусковые качества автомобильных двигателей оценивают по минимальной температуре надежного пуска и времени подготовки двигателя к принятию нагрузки [4, 5]. Параметрами, характеризующими надежность пуска двигателя, являются продолжительность и количество попыток пуска [5]. Надежность пуска двигателя

оказывает непосредственное влияние на эффективность использования автотракторной техники. Надежный пуск двигателей облегчает эксплуатацию и повышает производительность транспортных машин.

Анализ факторов, влияющих на пуск дизельного двигателя

Пуск современного исправного автомобильного двигателя внутреннего сгорания при положительных температурах окружающего воздуха как правило не вызывает затруднений. Крутящий момент электростартера обеспечивает частоту вращения коленчатого вала двигателя значительно превышающую минимально необходимую для пуска. При низких отрицательных температурах окружающего воздуха пуск двигателя может быть значительно затруднен либо невозможен.

Возможность осуществления надежного пуска двигателя зависит от многих конструктивных и эксплуатационных факторов, к которым относят степень сжатия, рабочий объем, число и схему расположения цилиндров, тепловое состояние деталей двигателя, регулировочные параметры системы зажигания (для бензиновых двигателей) и топливной аппаратуры, низкотемпературные свойства топлива, вязкостно-температурные характеристики моторного масла, мощность и энергоемкость системы пуска, наличие и эффективность вспомогательных пусковых устройств и т.д. [2,3,4,5,6].

Вследствие особенностей организации рабочего процесса и конструкции, наиболее остро проблема обеспечения надежного пуска в условиях низких отрицательных температур проявляется для дизельных двигателей [5].

При понижении температуры окружающей среды создание условий, необходимых для пуска дизельного двигателя, затрудняется по следующим причинам: вследствие повышения вязкости моторного масла увеличивается момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала, так же уменьшается мощность электростартерной системы пуска, вследствие снижения энергетических возможностей аккумуляторной батареи [6] и, как следствие, снижение частоты вращения коленчатого вала при пуске; в результате снижение частоты вращения коленчатого вала при пуске повышается теплоотдача в стенки цилиндров, увеличиваются потери

воздушного заряда вследствие утечек при сжатии [5], при этом уменьшаются давление и температура в конце такта сжатия; увеличение вязкости топлива, возрастание сил поверхностного натяжения [7], приводят к ухудшению качества распыливания топлива, при этом топливо попадает в цилиндр двигателя в виде сравнительно крупных капель с малой относительной поверхностью [3]; вследствие пониженной температуры в конце такта сжатия, а также в результате снижения качества распыливания топлива ухудшается процесс смесеобразования.

Для надежного пуска дизельного двигателя необходимо, чтобы температура конца такта сжатия превышала температуру самовоспламенения топлива. Факторы, влияющие на воспламенение и сгорание

рабочей смеси в цилиндрах дизельного двигателя, делятся на управляемые в процессе эксплуатации и конструктивные, управление которыми в эксплуатации невозможно. Схема влияния управляемых факторов на воспламенение топлива в цилиндрах дизельного двигателя показана на рисунке 1.

Анализ управляемых факторов, влияющих на воспламенение топлива в цилиндрах дизельного двигателя (рис.1), показал, что для улучшения пусковых и эксплуатационных качеств транспортных машин при низких отрицательных температурах наиболее эффективен подогрев основных функциональных систем двигателя: питания, охлаждения и смазки.



Рис.1. Схема влияния управляемых факторов на воспламенение топлива в цилиндрах дизельного двигателя

Описание устройства и работы предлагаемой автоматизированной системы комплексной предпусковой подготовки дизельного двигателя

Известно большое количество различных типов подогревателей, используемых для создания и поддержания оптимальной температуры основных систем двигателя и транспортной машины в целом [3, 4, 5, 8].

Широкое применение находят различные электроподогреватели [8, 9]. Это объясняется простотой конструкции, удобством в эксплуатации, компактностью и постоянной готовностью к работе. Электропитание может

осуществляться как от внешнего источника электрического тока, так и от штатной аккумуляторной батареи - автономно.

В случае если электропитание подогревателей осуществляется от штатной аккумуляторной батареи, то вследствие ограниченного энергозапаса, возникает необходимость в оптимальном распределении энергии между потребителями с целью максимизации вероятности пуска двигателя. Как показали исследования, влияние на конечный результат – успешный пуск двигателя, степени подогрева отдельных

функциональных систем двигателя различно [5]. Так же следует учитывать, что с увеличением затрат энергии на предпусковую тепловую подготовку двигателя, уменьшается затраты энергии на последующий пуск, однако при этом уменьшается запас энергии аккумуляторной батареи [6].

Для осуществления предпусковой комплексной тепловой подготовки дизельного двигателя предлагается автоматизированная система (рис. 2) [10]. В состав системы входят: блок управления, исполнительные устройства и чувствительные элементы. В качестве исполнительных устройств используются подогреватели: охлаждающей жидкости, моторного масла в поддоне картера двигателя, топливного фильтра и топливозаборника, аккумуляторной батареи, а также дополнительный масляный насос с электроприводом. В качестве подогревателя

охлаждающей жидкости предполагается использовать топливный подогреватель. В качестве подогревателей моторного масла, топливного фильтра и топливозаборника предполагается использовать подогреватели ленточного типа, как наиболее эффективные [9]. Чувствительными элементами, входящими в состав системы комплексной предпусковой тепловой подготовки двигателя внутреннего сгорания являются: датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик температуры моторного масла, датчики температуры дизельного топлива в фильтре тонкой очистки и в топливном баке, датчик температуры электролита аккумуляторной батареи, датчик температуры окружающей среды, датчики плотности электролита аккумуляторной батареи и оптической прозрачности дизельного топлива.

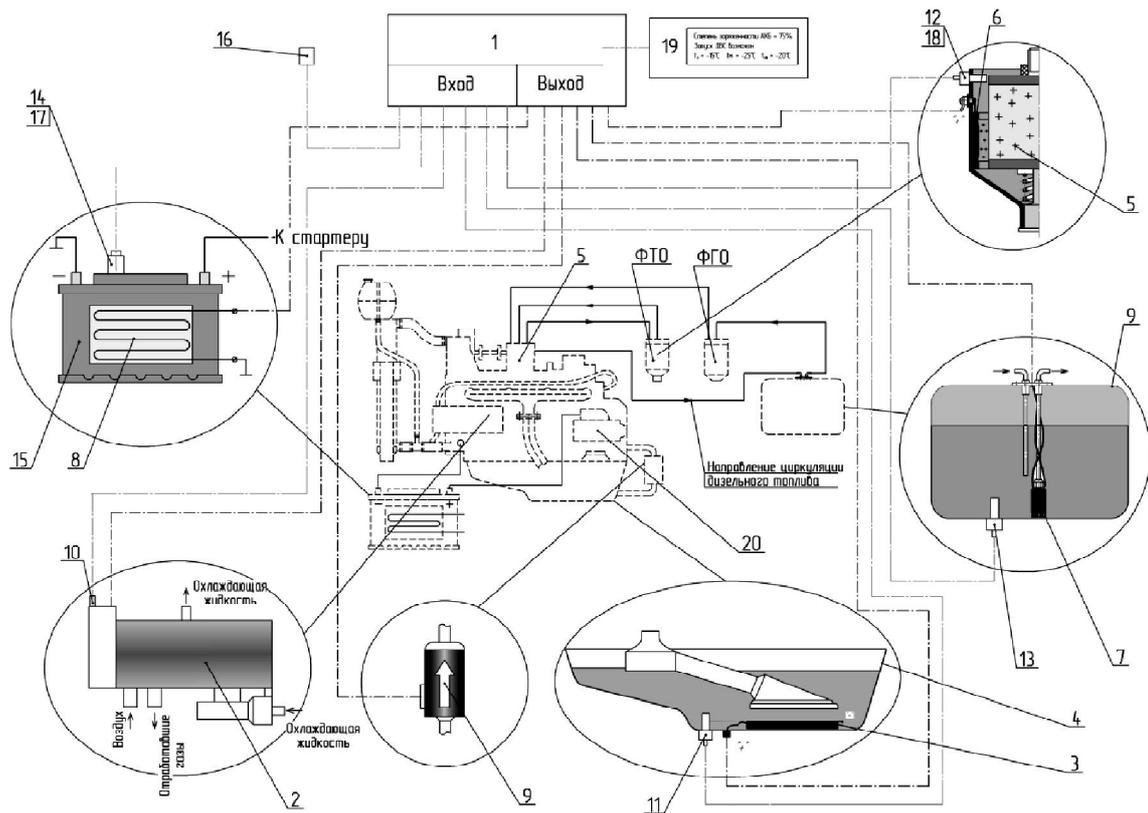


Рис. 2. Общая схема автоматизированной системы комплексной предпусковой тепловой подготовки дизельного двигателя

- 1 – Электронный блок управления; 2 – топливный подогреватель; 3 – электрический подогреватель масла; 4 – масляный поддон; 5 – топливный фильтр; 6 – электрический подогреватель топлива;
- 7 – электрический подогреватель топливозаборника; 8 – электрический подогреватель АКБ;
- 9 – масляный насос; 10 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 11 – датчик температуры масла; 12 – датчик температуры топлива; 13 – датчик температуры топлива в баке; 14 – датчик температуры электролита АКБ; 15 – АКБ; 16 – датчик температуры окружающего воздуха; 17 – датчик плотности электролита АКБ; 18 – датчик оптической прозрачности дизельного топлива; 19 – блок индикации; 20 – электростартер.

В блок управления поступает информация о температуре окружающей среды, масла в картере двигателя, охлаждающей жидкости, топлива в баке и в фильтре тонкой очистки, электролита аккумуляторной батареи, о степени оптической прозрачности дизельного топлива в фильтре тонкой очистки и о плотности электролита аккумуляторной батареи. Информация о плотности электролита позволяет судить о степени заряженности аккумуляторной батареи. Датчик оптической прозрачности дизельного топлива позволяет отслеживать момент начала кристаллизации парафинов. Использование информации о прозрачности дизельного топлива позволяет рационально расходовать энергию на подогрев дизельного топлива, как с точки зрения минимизации расхода энергии, так и с точки зрения минимизации его обводнения, так как растворимость воды в углеводородах повышается с ростом температуры [7].

Предлагаемая система обеспечивает оптимальное распределение электрической энергии аккумуляторной батареи между потребителями для обеспечения максимальной вероятности пуска двигателя в автономном режиме.

На основе полученной информации блок управления определяет оптимальную длительность включения подогревателя каждой из систем двигателя для достижения максимальной вероятности его пуска. В случае, если в данных условиях пуск двигателя невозможен без использования внешнего источника энергии, то для предотвращения глубокого разряда и необратимых ухудшений характеристик аккумуляторной батареи до водителя доводится соответствующая информация при помощи блока индикации.

После необходимого прогрева включается дополнительный масляный насос с электроприводом, который подает прогретое масло к парам трения двигателя. Далее выводится сообщение на блок индикации о готовности двигателя к запуску.

Так как эффективность процесса заряда аккумуляторной батареи падает при уменьшении температуры электролита [6], то после пуска двигателя при необходимости автоматически включается электрический подогреватель аккумуляторной батареи для уменьшения времени восстановления заряда.

Заключение

Применение предлагаемой автоматизированной системы комплексной

тепловой подготовки дизельного двигателя позволит повысить вероятность пуска двигателя в условиях низких отрицательных температур, предотвратить глубокий разряд аккумуляторной батареи, исключить самопроизвольную остановку двигателя из-за загустевания дизельного топлива и закупоривания топливных фильтров, выпавшим из топлива парафином.

При проведении тепловой подготовки двигателя осуществляется оптимальное распределение энергии между подогревателями и другими исполнительными элементами системы с учетом информации о тепловом состоянии основных функциональных систем двигателя, аккумуляторной батареи, дизельного топлива.

Библиографический список

1. Резник, Л.Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации / Л.Г. Резник, Г.М. Ромалис, С.Т. Чарков. – М.: Транспорт, 1989. – 128 с.
2. Квайт, С.М. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей / С.М. Квайт, Я.А. Менделевич, Ю.П. Чижков. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
3. Крамаренко, Г.В. Безгаражное хранение автомобилей при низких температурах / Г.В. Крамаренко, В.А. Николаев, А.И. Шатилов. – М.: Транспорт, 1984. – 136 с.
4. Семенов, Н.В. – Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. / Сост.: Н.В. Семенов; Под ред. С.И. Белоцерковской – М.: Транспорт, 1993. – 190 с.
5. Оберемок, В.З. Пуск автомобильных двигателей / В.З. Оберемок, И.М. Юрковский. – М.: Транспорт, 1979. – 118 с.
6. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей: Учебник для ВУЗов / С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 384 с.
7. Васильева, Л.С. Автомобильные и эксплуатационные материалы. Учебник для ВУЗов / Л. С. Васильева. – М.: Транспорт, 2001. – 279 с. Библиогр.: 273 с.
8. Вашуркин, И.О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой / И.О. Вашуркин. – С-Петербург, «Наука», 2002. – 145 с.
9. Робустов, В.В. Исследование теплофизических характеристик ленточных подогревателей моторного масла двигателей типа В2С, используемых на дизель-генераторах и тракторах производства / В.В. Робустов, Д.В. Худяков, С.Г. Фомин, В.К. Шарапов // Двигателестроение. – 2005. – № 3. – С. 32-35.
10. Пат. 134248 РФ, Автоматизированная система предпусковой тепловой подготовки двигателя внутреннего сгорания / Л.Н. Киселева,

Б.В. Журавский, А.П. Жигadlo; СибАДИ. – № 2013101433/06; заявл. 10.01.2013; опубл. 10.11.2013. Бюл. № 31.

INCREASE OF EFFICIENCY OF OPERATION OF TRANSPORT VEHICLES IN THE CONDITIONS OF LOW NEGATIVE TEMPERATURES

L.N. Tyshkevich, B. V. Zhuravsky

Abstract. The article considers the problem associated with the difficulty of start of refrigeration automobile internal combustion engine at low negative temperatures. This problem is particularly acute for the Russian Federation, as most of the territory of our country to be in a cold climate zone. The factors that affect the start of the diesel engine. It is shown that to improve the start-up and operating internal combustion characteristics at low negative temperatures is most effective display of their basic functional systems. It is said that in case of use as an energy source for electrical heating elements onboard battery is necessary to optimize the energy distribution. Powered device description and principles of the proposed automated system integrated thermal pre-start preparation diesel engines.

Keywords: internal combustion engine start-up, operational characteristics of the car, electric heating elements, optimization, the electronic control system.

References

1. Reznik L.G., Romalis G.M., Charkov S.T. *Jeftektivnost' ispol'zovanija avtomobilej v razlichnyh uslovijah jekspluatacii* [Efficiency of vehicles in various operating conditions]. Moscow, Transport, 1989. 128 p.
2. Kvajt S.M., Mendelevich Ja.A., Chizhkov Ju.P. *Puskovye kachestva i sistemy puska avtotraktornyh dvigatelej* [Startability and start system automotive engines]. Moscow, Mashinostroenie, 1990. 256 p.
3. Kramarenko G.V., Nikolaev V.A., Shatilov A.I. *Bezgarazhnoe hranenie avtomobilej pri nizkih temperaturah* [Outside storage of vehicles at low temperatures]. Moscow, Transport, 1984. 136 p.
4. Semenov N.V. *Jekspluatacija avtomobilej v uslovijah nizkih temperatur* [Operation of vehicles in conditions of low temperatures] Moscow, Transport, 1993. 190 p.
5. Oberemok, V.Z., Jurkovskij I.M. *Pusk avtomobil'nyh dvigatelej* [Start car engines]. Moscow, Transport, 1979. 118 p.
6. Akimov S.V., Chizhkov Ju.P. *Jeftektrooborudovanie avtomobilej* [Electric cars]. Moscow, ZAO KZhl «Za rulem», 2004. 384 p.
7. Vasil'eva L.S. *Avtomobil'nye i jekspluacionnye materialy* [Automotive and performance materials]. Moscow, Transport, 2001. 279 p.
8. Vashurkin I.O. *Teplovaja podgotovka i pusk DVS mobil'nyh transportnyh i stroitel'nyh mashin zimoj* [Thermal training and the start of the internal combustion engine of a mobile vehicle and construction machinery in the winter]. S-Peterburg, «Nauka», 2002. 145 p.
9. Robustov V.V., Hudjakov D.V., Fomin S.G., Sharapov V.K. *Issledovanie teplofizicheskikh harakteristik lentochnyh podogrevatelej motornogo masla dvigatelej tipa V2Ch, ispol'zuemyh na dizel'-generatorah i traktorah proizvodstva* [Research of thermophysical characteristics of strip heaters engine oil engine type B24 used on diesel generators and tractors production]. *Dvigatolestroenie*, 2005, no 3.
10. Kiseleva L.N., Zhuravskij B.V., Zhigadlo A.P. *Avtomatizirovannaja sistema predpuskovoj teplovoj podgotovki dvigatelja vnutrennego sgoranija* [Automated system of prestarting preparation of the thermal internal combustion engine]. Patent no 134248 RF, 2013.

Тышкевич Лариса Николаевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: azsibadi@mail.ru).

Журавский Борис Викторович (Россия, г. Омск) – старший преподаватель кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Tyshkevich Larisa Nikolaevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor «Operation and car repairs» The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: azsibadi@mail.ru).

Zhuravsky Boris Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – is the senior teacher of «Operation and Car Repairs» department The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

РАЗДЕЛ III

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 625.7

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ СДВИГУ С УЧЕТОМ НАКАПЛИВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Н.П. Александрова, В.В. Чусов
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье анализируются условия работы асфальтобетона при высоких летних температурах, и показывается, что в таких условиях асфальтобетонные покрытия испытывают пластические деформации сдвига. Такие деформации обусловлены потерей способности асфальтобетона работать на изгиб, вследствие чего по всей толщине покрытия его материал испытывает трехосное сжатие. Авторы предлагают выполнять проверку асфальтобетона в дорожном покрытии по сопротивлению сдвигу, используя для этих целей модифицированный критерий Кулона – Мора, включающий в себя три параметра материала и одну из мер теории поврежденности (сплошность Л.М. Качанова или поврежденность Ю.Н. Работнова). Применением интегральных уравнений наследственных теорий получены математические модели изменения сплошности и поврежденности при воздействии повторных нагрузок.

Ключевые слова: критерий прочности, условие пластичности, поврежденность Ю.Н. Работнова, сплошность Л.М. Качанова.

Постановка научной задачи

Обследования дорог, выполняемые при их диагностике, показывают, что на асфальтобетонных покрытиях отмечается поверхностная и глубинная колея. Поверхностная колея сопровождается боковым выпором (рис. 1), а причиной ее возникновения является недостаточное сопротивление асфальтобетона сдвигу при данных условиях эксплуатации. Кроме того,



Рис. 1. Поверхностная колея на покрытии, сопровождаемая выпором асфальтобетона

Из анализа рисунка 1 и рисунка 2 следует, что слои дорожных одежд из асфальтобетонных материалов следует рассчитывать, как по критерию

колея может носить комбинированный характер и включать в себя поверхностную и глубинную составляющие, по мере развития которых возникает просадка покрытия (рис. 2). Одной из причин просадки асфальтобетонного покрытия так же является его недостаточное сопротивление сдвигу. Поэтому при проектировании дорожных одежд целесообразно выполнять проверку асфальтобетона по сопротивлению сдвигу.



Рис. 2. Поверхностная колея на покрытии, сопровождаемая просадкой асфальтобетона

сопротивления растяжению от изгиба, так и по критерию сопротивления сдвигу. Как известно, асфальтобетонные покрытия рассчитывают только на усталостное

разрушение от растяжения при изгибе [1–3], причем в основе нормативных методов расчета заложена первая теория прочности, учитывающая только влияние одной компоненты тензора напряжений. Недостатки этого критерия отмечены в работах авторов [4 – 6]. Из анализа этих работ следует, что критерий прочности необходимо заменить критерием, учитывающим возникновение в асфальтобетонной плите сложного напряженного состояния, например, критерием О. Мора [7].

Другой особенностью асфальтобетонных покрытий является то, что при повышении температуры и достаточно большой суммарной толщине материал теряет способность работать на изгиб. Вследствие этого при высоких температурах асфальтобетон, подобно дискретным материалам, испытывает деформации сдвига. Таким образом, в зависимости от температуры асфальтобетона и толщины покрытия, оно может испытывать одно из трех напряженных состояний:

– чистый изгиб, при котором покрытие подобно пластине или тонкой плите испытывает изгиб без возникновения вертикальных деформаций и напряжений. В этом случае для расчета растягивающих и сжимающих напряжений может быть

использована гипотеза плоских сечений и формулы М.Б. Корсунского;

– изгиб толстых плит, при котором наряду с горизонтальными деформациями и растяжениями в плите возникают вертикальные компоненты тензоров;

– трехосное сжатие, при котором подобно дискретным материалам в асфальтобетоне по всей его толщине возникают только сжимающие напряжения.

Ещё одной особенностью напряженного состояния асфальтобетона является возникновение в структуре материала повреждений, и способность накапливать их.

Учитывая выполненный анализ, авторы ставят задачу разработки методики расчета асфальтобетонного покрытия по сопротивлению сдвигу в условиях воздействия повторных нагрузок, обуславливающих эффект накопления повреждений в структуре материала.

Состояние вопроса

Наглядную картину возникновения в асфальтобетонном покрытии трехосного сжатия дают результаты шурфирования дорожной одежды, благодаря которым отчетливо видны зоны сдвигов в местах выпора колеи, как в нижнем, так и в верхнем слое покрытия [8]. Иллюстрация такого деформирования приведена на рисунке 3.



Рис. 3. Измерение глубины поверхностной колеи в верхнем и нижнем слое покрытия, сопровождаемой выпором асфальтобетона

Вследствие возникновения в асфальтобетонном покрытии трехосного сжатия для расчета максимальных и минимальных главных напряжений могут быть применены формулы механики сплошной среды или инженерные методы [9 – 12]. Применяя способ расчета минимального главного напряжения, предложенный в работах [10,12], можно выполнить модификацию любой модели,

предназначенной для расчета только максимального главного напряжения [13 – 15]. Применяя способ Н. Одемарка [16,17], можно выполнить модификацию моделей [13 – 15] так, что они могут быть применены для расчета напряжений в слое конечной толщины [18]. Такие модифицированные модели позволяют рассчитывать напряжения в критериях прочности и условиях пластичности, параметрами материала в

которых могут быть пределы прочности на сжатие и растяжение или сцепление и угол внутреннего трения. В последнее время предложен ряд критериев, которые могут быть применены для расчета различных материалов по критерию сопротивления сдвигу [19 – 23]. Расчет асфальтобетонного покрытия по сопротивлению сдвигу может быть подобен проверки сдвигоустойчивости грунтов земляного полотна, заключающейся в расчете касательных напряжений или безопасных давлений [24 – 28] и сравнении вычисленных значений с предельными.

Недостатком критериев прочности и условий пластичности, модифицированных в работах [19 – 23] и используемых в разработанных методах расчета [24 – 28], является не учет способности асфальтобетона накапливать повреждения структуры.

Поэтому задачами публикации являются:

1. Модификация условия пластичности, полученного в работах [18, 24], путем ввода в него сплошности Л.М. Качанова или поврежденности Ю.Н. Работнова.

2. Разработка метода прогнозирования уменьшения сплошности и увеличения поврежденности в процессе воздействия повторной нагрузки.

Применение интегральных уравнений наследственных теорий к расчету поврежденности

Любая компонента тензора напряжений поврежденного тела $\sigma_{ij\omega}$ может быть определена с использованием основного правила алгебры матриц, которое записывают в виде

$$\sigma_{ij\omega} = \frac{\sigma_{ij}}{1-\omega} = \frac{\sigma_{ij}}{\psi}, \quad (1)$$

где σ_{ij} - компоненты тензора напряжений сплошного тела; ω - поврежденность Ю.Н. Работнова, ψ - сплошность Л.М. Качанова.

Из зависимости (1) следует, что главные напряжения в поврежденной $\sigma_{1\omega}$, $\sigma_{2\omega}$ и $\sigma_{3\omega}$ среде определяются по формулам

$$\sigma_{1\omega} = \frac{\sigma_1}{1-\omega} = \frac{\sigma_1}{\psi}; \quad \sigma_{2\omega} = \frac{\sigma_2}{1-\omega} = \frac{\sigma_2}{\psi};$$

$$\sigma_{3\omega} = \frac{\sigma_3}{1-\omega} = \frac{\sigma_3}{\psi}, \quad (2)$$

где σ_1 , σ_2 и σ_3 - главные напряжения в неповрежденном теле.

Подстановка зависимостей (2) в любое условие пластичности сплошной среды позволяет его модифицировать так, что в полученном критерии учитываются дефекты

структуры, накапливаемые материалом при воздействии нагрузки, в том числе циклической. Анализируя первую зависимость формул (2), несложно заметить, что при увеличении поврежденности и уменьшении сплошности максимальное главное напряжение возрастает во всех точках сечения, в том числе и на границе раздела слоев. Это означает, что рост поврежденности асфальтобетона в процессе эксплуатации покрытия приводит к увеличению давлений, передаваемых на щебеночные основания и грунты земляного полотна. Поэтому увеличение поврежденности и снижение сплошности асфальтобетона приводит к более интенсивному накоплению деформаций, как в слоях покрытия, так и в основании дорожной одежды из дискретных материалов, а так же грунтах земляного полотна. Этот вывод подтверждается моделями деформирования дискретных сред и грунтов, полученных в работах [29 – 35].

Для определения мер теории поврежденности используют соотношения различных показателей физических и механических характеристик сплошных и поврежденных материалов. Одним из наиболее часто применяемых способов является расчет поврежденности через отношения модулей упругости поврежденных тел. Этот способ основан на принципе эквивалентности деформаций. Согласно этому принципу деформацию поврежденного тела ε_D можно вычислить по формулам [36]

$$\varepsilon_D = \frac{\sigma}{(1-\omega)} \cdot \frac{1}{E}; \quad \varepsilon_D = \frac{\sigma}{E_D}. \quad (3)$$

В первой формуле зависимостей (3) напряжение в поврежденном теле определено согласно выражению (1), а модуль упругости принят для неповрежденного материала. Во второй формуле зависимостей (3), наоборот модуль упругости принят для поврежденного материала, а величина напряжения считается такой же, как в неповрежденном теле. Приравняв зависимости (3) и выполнив преобразования, получим

$$E_D = E \cdot (1-\omega). \quad (4)$$

$$\omega = 1 - \frac{E_D}{E}; \quad \psi = \frac{E_D}{E}. \quad (5)$$

Специалисты положительно оценивают деформационный подход и достаточно широко применяют представление (5) для

определения поврежденности и характеристик тензора напряжений поврежденной среды [37 – 40]. Более того, специалисты отмечают, что изменение модуля упругости является наиболее удобным при определении поврежденности, как для металлов [36, 41], так и для композитов [42 – 44].

Зависимости (4) и (5) претерпели модификацию, в результате которой возник другой постулат, известный как принцип энергетической эквивалентности [45]. Согласно этому принципу поврежденность так же определяется через отношение модулей упругости поврежденного тела и неповрежденной среды, но по иному выражению, которое имеет вид [45 – 48]

$$\omega = 1 - \sqrt{\frac{E_D}{E}}. \quad (6)$$

Из анализа зависимостей (5) и (6) следует, что модуль упругости поврежденного тела уменьшается по мере роста поврежденности. В условиях воздействия повторной нагрузки этот процесс непрерывен и имеет наследственный характер. Такой характер проявляется в том, что величина модуля упругости, наблюдаемая при воздействии n -ой нагрузки, обусловлена приложением как этой, так и всех предшествующих ей нагрузок. Следовательно, для определения функции изменения модуля упругости можно воспользоваться интегральными уравнениями теории усталости. Подынтегральную функцию, определяющую уменьшение модуля упругости от приложения нагрузки с номером n , дадим в виде степенного уравнения

$$\Delta E_D = a \cdot n^b, \quad (7)$$

где a и b – параметры материалы.

Интегральное уравнение запишем в виде

$$E_{DN} = E \cdot \left(1 - a \cdot \int_1^N n^b dn \right). \quad (8)$$

Взяв интеграл (8), получим

$$E_{DN} = E \cdot \left(1 - a \cdot \frac{N^{b+1} - 1}{b+1} \right). \quad (9)$$

Подставив (9) в формулы (5) и (6), получим

$$\omega = a \cdot \frac{N^{b+1} - 1}{b+1}; \quad \omega = 1 - \sqrt{1 - a \cdot \frac{N^{b+1} - 1}{b+1}}. \quad (10)$$

Примем в качестве условия пластичности критерий, модифицированный в работе [24], который имеет вид

$$\frac{1}{2} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right) = c, \quad (11)$$

где φ – угол внутреннего трения, °; c – сцепление, МПа; d – параметр материала, зависящий от величины деформации, принимаемой за предельную при выполнении трехосных испытаний.

Особенностью условия пластичности (11) является зависимость касательных напряжений, вычисляемых по левой части этого уравнения, от параметра d . В зависимости от величины параметра d это условие способно принимать вид других критериев. Так при $d=0,5$ уравнение (11) становится критерием Кулона – Мора, а при $d=0$ это уравнение тождественно третьей теории прочности. Применяя в (11) правила (2), получим

$$\frac{1}{2 \cdot (1 - \omega)} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right) = c. \quad (12)$$

Подставив в выражение (12) формулы (10), получим два варианта уравнений предельного равновесия

$$\frac{1}{2 \cdot \left(1 - a \cdot \frac{N^{b+1} - 1}{b+1} \right)} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right) = c. \quad (13)$$

$$\frac{1}{2 \cdot \left(\sqrt{1 - a \cdot \frac{N^{b+1} - 1}{b+1}} \right)} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right) = c. \quad (14)$$

Зависимости (13) и (14) являются окончательной модификацией критерия (11), в которых учитывается накопление повреждений в асфальтобетоне при воздействии повторных нагрузок.

Заключение

В заключение целесообразно дать рекомендации по применению материалов статьи и дальнейших путях развития исследования.

1. В статье предложен способ модификации критериев прочности и условий пластичности материалов, заключающийся в подстановке в уравнения предельного состояния характеристик напряженного состояния поврежденного тела. В этих критериях сохраняется физический смысл теории Качанова – Работного, в соответствии

с которым увеличение поврежденности материала или уменьшение его сплошности приводит к росту компонент тензора напряжений. Предложенные условия могут быть применены для расчета асфальтобетонного покрытия на сопротивление сдвигу.

2. Применением интегральных уравнений получена степенная модель уменьшения модуля упругости и увеличения поврежденности при повторных нагрузках.

3. Дальнейшие исследования должны состоять в разработке методики экспериментального определения поврежденности асфальтобетона при трехосном сжатии в условиях воздействия многократно прикладываемых нагрузок.

Библиографический список

1. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-72. М.: Транспорт, 1973. – 110 с.
2. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83. М.: Транспорт, 1985. – 157 с.
3. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01. М.: Информавтодор, 2001. – 145 с.
4. Александрова, Н.П. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности / Н.П. Александрова, А.С. Александров, В.В. Чусов // МАТЕРИАЛЫ VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия - ЕС. «Научные проблемы реализации транспортных проектов в Сибири и на дальнем востоке». – Новосибирск 2015. – С. 219 – 225.
5. Батраков, О.Т. Усиление нежестких дорожных одежд / О.Т. Батраков. – М.: Транспорт, 1985. – 144 с.
6. Александрова, Н.П. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд / Н.П. Александрова, А.С. Александров, В.В. Чусов // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 4. – С. 47 – 54.
7. Александрова, Н.П. Проверка толщины монолитных слоев покрытий по модифицированному критерию Кулона – Мора, учитывающему микрповреждения структуры / А.С. Александров, Н.П. Александрова, Е.В. Андреева и др. // В кн. Стандарт организации. Расчет дорожных одежд нежесткого типа дорог газовых промыслов Ямало-Ненецкого автономного округа по критериям прочности. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2014. – С. 49 – 51.
8. Герцог, В.Н. Расчет дорожных одежд по критериям ровности. Часть 1. Обоснование норм ровности асфальтобетонных покрытий / В.Н. Герцог, Г.В. Долгих, В.Н. Кузин // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – №5 (57). – С. 45-57.
9. Ahlvin R.G., Ulery H.H. Tabulated Values for Determining the Complete Pattern of Stresses, Strains and Deflections Beneath a Uniform Load on a Homogeneous Half Space, Bull. 342, Highway Research Record, pp. 1–13, 1962.
10. Александров, А.С. Расчет главных напряжений в слоях дорожной одежды из дискретных материалов / А.С. Александров, Г.В. Долгих // Транспортное строительство. – 2011. – № 7. – С. 17 – 22.
11. Werkmeister S. Permanent deformation behaviour of unbound granular materials in pavement constructions // Ph.D. thesis, University of Technology, Dresden, Germany. – 2003. – 189 p.
12. Александров, А.С. Один из путей расчета минимальных главных напряжений в грунтах земляного полотна / А.С. Александров // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». – Омск, СибАДИ, 2013. – С. 217 – 228.
13. Александров, А.С., Александрова Н.П., Долгих Г.В. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в дорожных конструкциях из дискретных материалов // Строительные материалы. – 2012. – № 10. – С. 14 – 17.
14. Александрова, Н.П. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в грунте земляного полотна // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Омск, 2013. – С. 236 – 246.
15. Александрова, Н.П. Совершенствование моделей расчета главных напряжений и девиатора в грунте земляного полотна / Н.П. Александрова, Т.В. Семенова, Г.В. Долгих // Вестник СибАДИ. – 2014. – № 2 (36). – С. 49 – 54.
16. Odemark N. Investigations as to the Elastic Properties of Soils and Design of Pavements according to the Theory of Elasticity. Ph.D. thesis. Statens Väginstiut, Mitteilug No. 77. Stockholm, Sweden, 1949.
17. Александров, А.С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Состояние вопроса: монография / А.С. Александров. – Омск: СибАДИ, 2015. – 292 с.
18. Александров, А.С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 2. Предложения: монография / А.С. Александров. – Омск: СибАДИ, 2015. – 262 с.
19. Чусов, В.В. Перспективы применения эмпирических условий пластичности грунтов и определение их параметров при трехосных испытаниях грунтов / В.В. Чусов // Вестник ВолГАСУ. – 2015. – № 4 (61). – С. 49-57.
20. Александров, А.С. Модификация критериев прочности сплошной среды для расчета грунтов земляного полотна по сопротивлению сдвигу / А.С. Александров, Г.В. Долгих А.Л. Калинин // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы

Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». – Омск: СибАДИ, 2013. – С. 228-235.

21. Калинин, А.Л. Применение модифицированных условий пластичности для расчета безопасных давлений на грунты земляного полотна / А.Л. Калинин // Инженерно-строительный журнал – 2013. – № 4 (39). – С. 35 – 45.

22. Александров А.С. Применение критерия Друкера – Прагера для модификации условий пластичности / А.С. Александров, Г.В. Долгих, А.Л. Калинин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2013. – № 2. – С. 26 – 29.

23. Калинин, А.Л. Применение модифицированного критерия Писаренко – Лебедева для расчета касательных напряжений в земляном полотне / А.Л. Калинин // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Омск, 2013. – С. 299-307.

24. Александров А.С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Учет деформаций в условии пластичности Кулона – Мора / А.С. Александров, А.Л. Калинин // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 7 (59). – С. 4 – 17.

25. Долгих, Г.В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна / Г.В. Долгих // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия - ЕС. Новосибирск, 2015. – С. 176-182.

26. Александров, А.С. Один из путей совершенствования расчета дорожных одежд по условию сопротивления сдвигу в грунте земляного полотна / А.С. Александров, Долгих Г.В., А.Л. Калинин // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2013. Т 3. – С. 9 – 22.

27. Долгих, Г.В. Расчет нежестких дорожных одежд по критерию безопасных давлений на грунты земляного полотна: дис. ... канд. техн. наук / Г.В. Долгих. – Омск: 2014. – 237 с.

28. Александров, А.С. О допускаемых давлениях на грунты земляного полотна и слою дорожной одежды / А.С. Александров, Г.В. Долгих, А.Л. Калинин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2012. – № 2. – С. 10 – 13.

29. Barksdale R.D. Laboratory Evaluation of Rutting in Base course Materials. //Proceedings of the 3-rd International Conference on Asphalt Pavements. London – 1972. – P. 161-174.

30. Александров, А.С. Пластическое деформирование гнейс и диабаз материалов при воздействии повторяющихся нагрузок /А.С. Александров, Н.Ю. Киселева // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 6. – С. 49 – 59.

31. Khedr S.A. Deformation characteristics of granular base course in flexible pavements // Transportation Research Record, № 1043, Transportation Research Board, Washington, D. C. – 1985. – P. 131-138.

32. Александров, А.С. Применение теории наследственной ползучести к расчету деформаций при воздействии повторных нагрузок: монография / А.С. Александров. – Омск: СибАДИ, 2014. – 150 с.

33. Sweere G.T.H. Unbound granular bases of roads. // PhD thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands. 1990.

34. Александров, А.С. Пластическое деформирование гранодиоритового щебня и песчано-гравийной смеси при воздействии трехосной циклической нагрузки / А.С. Александров // ИСЖ. – 2013. – №4. – С. 22 – 34.

35. Werkmeister S. Permanent deformation behaviour of unbound granular materials in pavement constructions // Ph.D. thesis, University of Technology, Dresden, Germany. – 2003. – 189 p.

36. Lemaitre J., Dufailly J. Damage measurements. Engineering Fracture Mechanics 1987. Vol. 28. No. 516. – Pp. 643 – 661.

37. Ambroziak, A Klosowski, P. Survey of modern trends in analysis of continuum damage mechanics. Task Quarterly. 2006. No 4, 437 – 454.

38. Bhattacharya, B., Ellingwood, B. Continuum Damage Mechanics Analysis Of Fatigue Crack Initiation. Int. J. Fatigue 1998. Vol. 20, No. 9, Pp. 631–639.

39. Granda Marroquin, L.E. et al. Cumulative Damage Evaluation under Fatigue Loading. Applied Mechanics and Materials. 2008. no. 13-14. Pp 141 – 150.

40. Tsiloufas, S.P., Plaut R.L. Ductile Fracture Characterization for Medium Carbon Steel Using Continuum Damage Mechanics. Materials Sciences and Applications, 2012. No. 3. Pp. 745 – 755.

41. Kim, S., Kim, W. A progressive damage modeling based on the continuum damage mechanics and its finite element analysis. Journal of Applied Mechanics. 1994. Vol. 61. Pp. 45 – 53.

42. Delaet M, Lataillade J, Wolcott C. Intralaminar shear loading effects on the damage process of multiply composites at impact rates. In: International Conference on Mechanical and Physical Behaviour of Materials under Dynamic Loading - Journal de Physique IV. Les Éditions de Physique and DYMAT, 1994. Pp. 213 – 218.

43. Lemaitre, J., Leckie, F., Sherman D. Crazing of laminates. European Journal of Mechanics, A/Solids 1992. Vol.11(3). Pp. 289 – 304.

44. Tang, C., Plumtree, A. Damage mechanics applied to polymers. Engineering Fracture Mechanics 1994. Vol. 49(4). Pp. 499 – 508.

45. Alves, M., Yu J., Jones, N. On the elastic modulus degradation in continuum damage mechanics. Computers and Structures 2000. Vol. 76. Pp. 703 – 712.

46. Cordebois, J., Sidorov, F. Damage induced elastic anisotropy. In: Boehler J, editor. Mechanical behaviour of anisotropic solids. London; Paris: Martinus Nijhoff Publishers; Editions du CNRS, 1979. pp. 761–774.

47. Chow, C.L., Lu, T.L. On evolution laws of anisotropic damage. Engineering Fracture Mechanics. 1989. Vol. 34(3). Pp. 679–701.

48. Shen, J. et al. Material damage evaluation with measured microdefects and multiresolution numerical analysis. International Journal of Damage Mechanics. 2014, Vol. 23(4) Pp. 537 – 566.

CALCULATION OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS ON SHEAR STRENGTH TAKING INTO ACCOUNT THE ACCUMULATION OF MICRODAMAGE

N.P. Alexandrova, V.V. Chusov

Abstract. The article analyzes the working conditions of asphalt at high summer temperatures, and shows that in such conditions, asphalt pavement experiencing plastic shear strain. Such deformations are due to the loss of the ability of asphalt to work on bending, resulting throughout the coating thickness of the material tests triaxial compression. The authors propose to perform inspection of asphalt in the pavement on the shear strength, using for this purpose a modified criterion of Mohr – Coulomb, which includes three material parameter and a measure of theory of damage (the continuity of L. M. Kachanov or damage Y. Rabotnov). By use of integral equations of hereditary theories received mathematical model changes the integrity and damage when exposed to repeated loads.

Keywords: Strength criterion, plasticity condition, damage of Y.N. Rabotnova, continuity L.M. Kachanov, twin shear criterion.

References

1. *Instrukcija po projektirovaniju dorozhnyh odezhd nezhestkogo tipa. VSN 46-72* [Instructions for designing pavements nonrigid type]. Moscow: Transport, 1973. 110 p.
2. *Instrukcija po projektirovaniju dorozhnyh odezhd nezhestkogo tipa. VSN 46-83* [Instructions for designing pavements nonrigid type]. Moscow: Transport, 1985. 157 p.
3. *Projektirovanie nezhestkih dorozhnyh odezhd. ODN 218.046-01* [Design of of nonrigid pavements]. Moscow: Informavtodor, 2001. 145 p.
4. Aleksandrova N.P., Aleksandrov A.S., Chusov V.V. Uchet povrezhdenosti struktury asfal'tobetona v kriterijah prochnosti i uslovijah plastichnosti [Accounting for patterns of damage in asphalt concrete evaluation criteria of strength and plasticity condition]. MATERIALY VIII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii v ramkah goda nauki Rossija - ES. «Nauchnye problemy realizacii transportnyh proektov v Sibiri i na dal'nem vostokey» Novosibirsk, 2015. pp 219-225.
5. Batrakov O.T. *Usilenie nezhestkih dorozhnyh odezhd* [Strengthening of nonrigid pavements]. Moscow: Transport, 1985. 144 p.
6. Aleksandrova N.P., Aleksandrov A.S., Chusov V.V. Modifikacija kriteriev prochnosti i uslovij plastichnosti pri raschetah dorozhnyh odezhd [Application the theory of damage for modification strength and plasticity condition criteria]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 4(44). pp 47-54.
7. Aleksandrov A.S., Aleksandrova N.P., Andreeva E.V. i dr. Proverka tolshhiny monolitnyh sloev pokrytij po modifitsirovannomu kriteriju Kulona – Mora, uchityvajushhemu mikropovrezhdenija struktury [Check the thickness of monolithic layers of coatings on the modified criterion of Mohr – Coulomb, taking into account the microdamage patterns] V kn. *Standart organizacii. Raschet dorozhnyh odezhd nezhestkogo tipa dorog gazovyh promyslov Jamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga po kriterijam prochnosti*. Omsk: Publ. SibADI, 2014. pp 49 – 51.
8. Gercog V.N., Dolgih G.V., Kuzin V.N. Raschet dorozhnyh odezhd po kriterijam rovnosti. Chast' 1. Obosnovanie norm rovnosti as-fal'tobetonnyh pokrytij [Calculation of pavement on the criteria of flatness. Part 1. The justification of standards of flatness asphalt pavement]. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal* [Magazine of civil engineering], 2015, no 5 (57). pp 45-57.
9. Ahlvin R.G., Ulery H.H. Tabulated Values for Determining the Complete Pattern of Stresses, Strains and Deflections Beneath a Uniform Load on a Homogeneous Half Space, Bull. 342, Highway Research Record, pp. 1–13, 1962.
10. Aleksandrov A.S., Dolgih G.V. Raschet glavnyh naprjazhenij v slojah dorozhnoj odezhd iz diskretnyh materialov [The calculation of the principal stresses in the pavement layers of discrete materials]. *Transportnoe stroitel'stvo* [Transport construction], 2011, no 7, pp 17-22.
11. Werkmeister S. Permanent deformation behaviour of unbound granular materials in pavement constructions // Ph.D. thesis, University of Technology, Dresden, Germany. – 2003. – 189 p.
12. Aleksandrov A.S. Odin iz putej rascheta minimal'nyh glavnyh naprjazhenij v gruntah zemljanogo polotna [One of the ways of calculating minimum principal stresses in the soil subgrade]. V sbornike: *Arhitektura. Stroitel'stvo. Transport. Tehnologii. Innovacii Materialy Mezhdunarodnogo kongressa FGBOU VPO «SibADI»*. Omsk: Publ. SibADI, 2013. pp 217 – 228.
13. Aleksandrov A.S., Aleksandrova N.P., Dolgih G.V. Modifitsirovannye modeli dlja rascheta glavnyh naprjazhenij v dorozhnyh konstrukcijah iz diskretnyh materialov [Modified model for the calculation of the principal stresses in road constructions of discrete materials]. *Stroitel'nye materialy*, 2012, no 10. pp 14 – 17.
14. Aleksandrova N.P. Modifitsirovannye modeli dlja rascheta glavnyh naprjazhenij v grunte zemljanogo polotna [Modified model for the calculation of the principal stresses in the soil subgrade]. V sbornike: *Arhitektura. Stroitel'stvo. Transport. Tehnologii. Innovacii Materialy Mezhdunarodnogo kongressa FGBOU VPO «SibADI»*. Omsk, 2013. pp 236 – 246.
15. Aleksandrova N.P., Semenova T.V., Dolgih G.V. Sovershenstvovanie modelej rascheta glavnyh naprjazhenij i deviatora v grunte zemljanogo polotna [Improved models for calculating the principal stresses of the deviator and in the soil subgrade]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 2 (36). pp 49 – 54.
16. Odemark N. Investigations as to the Elastic Properties of Soils and Design of Pavements according to the Theory of Elasticity. Ph.D. thesis. Statens Väginstiut, Mitteilug No. 77. Stockholm, Sweden, 1949.
17. Aleksandrov A.S. *Sovershenstvovanie rascheta dorozhnyh konstrukcij po soprotivleniju*

sdvigu. Chast' 1. Sostojanie voprosa [Improvement of calculation of road designs for shear strength. Part 1. State of issue: monograph]. Omsk: SibADI, 2015, 292 p.

18. Aleksandrov A.S. *Sovershenstvovanie rascheta dorozhnyh konstrukcij po soprotivleniju sdvigu. Chast' 2. Predlozhenija* [Improvement of calculation of road designs for shear strength. Part 2. Suggestions]. Omsk: SibADI, 2015, 262 p.

19. Chusov V.V. *Perspektivy primeneniya jempiricheskijh uslovij plastichnosti gruntov i opredelenie ih parametrov pri trehosnyh ispytaniyah gruntov* [Prospects of application of the empirical conditions of plasticity of soils and determination of their parameters during triaxial testing of soils]. *Vestnik VolGASU*, 2015. no 4 (61), pp 49-57.

20. Aleksandrov A.S., Dolgih G.V., Kalinin A.L. *Modifikacija kriteriev prochnosti sploshnoj sredy dlja rascheta gruntov zemljanogo polotna po soprotivleniju sdvigu* [Modification of strength criteria continuum for the calculation of subgrade soil by shear strength] *V sbornike: Arhitektura. Stroitel'stvo. Transport. Tehnologii. Innovacii Materialy Mezhdunarodnogo kongressa FGBOU VPO «SibADI»*. Omsk: SibADI, 2013. pp 228-235.

21. Kalinin A.L. *Primenenie modifitsirovannyh uslovij plastichnosti dlja rascheta bezopasnyh davlenij na grunty zemljanogo polotna* [The application of modified plasticity conditions for the calculation of safe pressure on the subgrade soils]. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal*, 2013, no 4 (39). pp 35 – 45.

22. Aleksandrov A.S., Dolgih G.V., Kalinin A.L. *Primenenie kriterija Drukera – Pragera dlja modifikacii uslovij plastichnosti* [The application of the criterion of Drucker – Prager for modification of the conditions of plasticity]. *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*, 2013. no 2. pp 26 – 29.

23. Kalinin A.L. *Primenenie modifitsirovannogo kriterija Pisarenko – Lebedeva dlja rascheta kasatel'nyh naprjazhenij v zemljanom polotne* [The criterion of application of the modified Pisarenko – Lebedev for the calculation of shear stresses in the roadbed] *V sbornike: Arhitektura. Stroitel'stvo. Transport. Tehnologii. Innovacii Materialy Mezhdunarodnogo kongressa FGBOU VPO «SibADI»*. Omsk, 2013. pp 299-307.

24. Aleksandrov A.S., Kalinin A.L. *Sovershenstvovanie rascheta dorozhnyh konstrukcij po soprotivleniju sdvigu. Chast' 1. Uchet deformacij v uslovij plastichnosti Kulona – Mora* [Improvement of calculation of road designs for shear strength. Part 1. Accounting for the deformations in condition of plasticity Coulomb – Mohr] *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal*, 2015, no 7 (59). pp 4 – 17.

25. Dolgih G.V. *Primenenie kriterija bezopasnyh davlenij dlja rascheta dorozhnyh konstrukcij po soprotivleniju sdvigu v grunte zemljanogo polotna* [The application of the criterion of safe pressures for the calculation of road structures on the shear strength of soil subgrade] *V sbornike: Politransportnye sistemy materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii v ramkah goda nauki Rossija – ES*. Novosibirsk, 2015. pp 176-182.

26. Aleksandrov A.S., Dolgih G.V., Kalinin A.L. *Odin iz putej sovershenstvovanija rascheta dorozhnyh odezhd po usloviju soprotivlenija sdvigu v grunte zemljanogo polotna* [One of the ways to improve the calculation of pavement condition on the shear resistance of the soil subgrade] *Modernizacija i nauchnye issledovanija v transportnom komplekse*. 2013. T 3. Pp. 9 – 22.

27. Dolgih G.V. *Raschet nezhestkih dorozhnyh odezhd po kriteriju bezopasnyh davlenij na grunty zemljanogo polotna*. Dis. kand. tehn. Nauk [The analysis for flexible pavements as the criterion of safe pressure on the soil subgrade. Candidate of technical Sciences dissertation]. Omsk, 2014. 237 p.

28. Aleksandrov A.S., Dolgih G.V., Kalinin A.L. *O dopuskaemyh davlenijah na grunty zemljanogo polotna i sloi dorozhnoj odezhd* [On allowable pressures on the soil subgrade and pavement layers] *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*, 2012, no 2. pp 10 – 13.

29. Barksdale R.D. *Laboratory Evaluation of Rutting in Base course Materials*. //Proceedings of the 3-rd International Conference on Asphalt Pavements. London – 1972. – P. 161-174.

30. Aleksandrov, A.S., Kiseleva N.Ju. *Plasticheskoe deformirovanie gnejs i diabaz materialov pri vozdejstvii povtorjajushhijh nagruzok* [Plastic deformation of gneiss and diabase materials when subjected to repeated loading] *Izvestija vysshijh uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo*, 2012, no 6. pp 49 – 59.

31. Khedr S.A. *Deformation characteristics of granular base course in flexible pavements* // Transportation Research Record, № 1043, Transportation Research Board, Washington, D. C. – 1985. – P. 131-138.

32. Aleksandrov, A.S. *Primenenie teorii nasledstvennoj polzuchesti k raschetu deformacij pri vozdejstvii povtornyh nagruzok* [Application of the theory of hereditary creep to the calculation of deformations under the influence of repeated loads]. Omsk: SibADI, 2014. 150 p.

33. Sweere G.T.H. *Unbound granular bases of roads*. // PhD thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands. 1990.

34. Aleksandrov, A.S. *Plasticheskoe deformirovanie granodioritovogo shhebnya i peschano-gravijnoj smesi pri vozdejstvii trehosnoj ciklicheskoj nagruzki* [Plastic deformation of the granodiorite of rubble and sand-gravel mixtures when exposed to triaxial cyclic loading]. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal*, 2013, no 4. pp 22 – 34.

35. Werkmeister S. *Permanent deformation behaviour of unbound granular materials in pavement constructions* // Ph.D. thesis, University of Technology, Dresden, Germany. – 2003. – 189 p.

36. Lemaitre J., Dufailly J. *Damage measurements*. *Engineeting Fntcturr Mechanics* 1987. Vol. 28. no. 516. – Pp. 643 – 661.

37. Ambroziak, A Klosowski, P. *Survey of modern trends in analysis of continuum damage mechanics*. *Task Quarterly*. 2006, no 4, 437 – 454.

38. Bhattacharya, B., Ellingwood, B. *Continuum Damage Mechanics Analysis Of Fatigue Crack*

Initiation. Int. J. Fatigue 1998. Vol. 20, no. 9, pp. 631–639.

39. Granda Marroquin, L.E. et al. Cumulative Damage Evaluation under Fatigue Loading. Applied Mechanics and Materials. 2008. Vols. 13-14. pp 141 – 150.

40. Tsiloufas, S.P., Plaut R.L. Ductile Fracture Characterization for Medium Carbon Steel Using Continuum Damage Mechanics. Materials Sciences and Applications, 2012. no. 3. Pp. 745 – 755.

41. Kim, S., Kim, W. A progressive damage modeling based on the continuum damage mechanics and its finite element analysis. Journal of Applied Mechanics. 1994. Vol. 61. Pp. 45 – 53.

42. Delaet M, Lataillade J, Wolc C. Intralaminar shear loading effects on the damage process of multiply composites at impact rates. In: International Conference on Mechanical and Physical Behaviour of Materials under Dynamic Loading - Journal de Physique IV. Les Éditions de Physique and DYMAT, 1994. Pp. 213 – 218.

43. Lemaitre, J., Leckie, F., Sherman D. Crazeing of laminates. European Journal of Mechanics, A/Solids 1992. Vol.11(3). Pp. 289 – 304.

44. Tang, C., Plumtree, A. Damage mechanics applied to polymers. Engineering Fracture Mechanics 1994. Vol. 49 (4). Pp. 499 – 508.

45. Alves, M., Yu J., Jones, N. On the elastic modulus degradation in continuum damage mechanics. Computers and Structures 2000. Vol. 76. Pp. 703 – 712.

46. Cordebois, J., Sidoro, F. Damage induced elastic anisotropy. In: Boehler J, editor. Mechanical behaviour of anisotropic solids. London; Paris: Martinus Nijhoff Publishers; Editions du CNRS, 1979. Pp. 761–774.

47. Chow, C.L., Lu, T.L. On evolution laws of anisotropic damage. Engineering Fracture Mechanics. 1989. Vol. 34(3). Pp. 679–701.

48. Shen, J. et al. Material damage evaluation with measured microdefects and multiresolution numerical analysis. International Journal of Damage Mechanics. 2014, Vol. 23(4) Pp. 537 – 566.

Александрова Наталья Павловна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО СиБАДИ (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: aleksandrov00@mail.ru).

Чусов Василий Владимирович (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» ФГБОУ ВО «СиБАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: chysow@gmail.com).

Natalia Pavlovna Alexandrova – candidate technical sciences, docent, docent The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, pr. Mira 5, e-mail: aleksandrov00@mail.ru).

Chusov Vasily Vladimirovich – graduate student of «Construction and maintenance of roads» The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, pr. Mira 5, e-mail: chysow@gmail.com).

УДК 693.95:658.562

СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА БЕЗРИГЕЛЬНЫХ КАРКАСОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Н.С. Воловник, А.Ф. Андрюшенков, В.А. Казаков
ФГБОУ ВО «СиБАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования точности изготовления и монтажа железобетонных колонн жилого здания, возведенного по технологии «КУБ 2,5». В исследованиях использован математический аппарат теории вероятностей и математической статистики. Погрешности изготовления и монтажа колонн были исследованы как случайные величины в малых выборках. Полученные гистограммы отображают эмпирическое распределение погрешностей. Кривые теоретического распределения построены по значениям вероятностей для каждого интервала в исследуемой совокупности. Степень близости теоретического и эмпирического распределений оценивалась по критериям К. Пирсона, Б.С. Ястремского и А.Н. Колмогорова. Определены классы точности действительных и номинальных значений параметров. Рассмотрены преимущества технологий «КУБ 2,5» и «КУБ 3В», вопросы внедрения в Сибирском регионе.

Ключевые слова: сборно-монолитные безригельные каркасы зданий, точность изготовления и монтажа.

Введение

Одним из аспектов качества возводимых объектов является точность изготовления и монтажа конструкций зданий. Своевременный

анализ качества возводимых объектов позволяет совершенствовать технологические процессы, способствует обеспечению собираемости зданий и

сооружений, повышает их прочностные характеристики и надежность в целом.

Повышение технологичности возведения зданий, высокое качество производства работ и сокращение сроков строительства, которые системы «КУБ 2,5» и «КУБ 3V» дают – это те аспекты, которые являются в строительстве преобладающими и всегда насущными. Представляет интерес изучение фактической точности изготовления и монтажа конструкций зданий, возводимых по данным технологиям, так как отсутствуют публикации по данной теме.

Исследование точности изготовления и монтажа строительной системы «КУБ 3V»

Немного из истории создания системы. В 60-х годах в ЦНИИЭП жилища под руководством А.Э. Дорфмана и Л.Н. Левонтина для высотной гостиницы в г. Владивостоке были разработаны конструкции безбалочного бескалительного перекрытия. Эти перекрытия с жесткими узлами примыкания плит к колоннам представляли собой рамную систему в двух направлениях: с колоннами-стойками, защемленными в фундаментах и ригелями - неразрезными плитами. Наиболее сложный узел - примыкание плиты к колонне - решен приваркой закладной коробчатой детали плиты к продольной рабочей арматуре колонны. Такой железобетонный каркас получил название "каркас унифицированный, безригельный" (КУБ-1), В дальнейшем были разработаны модифицированные варианты каркаса системы "КУБ" для различных нагрузок и условий изготовления.

Следующим развитием систем «КУБ» стала модификация «КУБ 2,5». Были усовершенствованы основные конструктивные решения системы - стыки панелей, перекрытий, стыки неразрезных многоярусных колонн, узлы соединения панелей перекрытия с колоннами, образующие рамные узлы, решение связей.

Система «КУБ 2.5» рассчитана на возведение зданий высотой до 15 этажей в обычных условиях и в районах с сейсмичностью до 9 баллов включительно по 12-ти бальной шкале. Разработанные конструкции каркаса предусматривают высоты этажей в зданиях 2.8м, 3.0 м и 3.3 м при основной сетке колонн 6,0 x 6,0 м. Разработанные элементы каркаса позволяют обеспечить в зданиях пролеты 3.0 м, 6.0м и 12.0 м. На рисунке 1 приведена схема монтажа надколонной плиты в системе «КУБ 2.5». Эта система сейчас широко используется в Европе, а именно во Франции и Испании.

В России используют систему и «КУБ 2.5» и «КУБ 3V» в различных регионах. Наибольшие объемы работ с использованием данной технологии в Нижнем Новгороде, Красноярске, Барнауле, Москве и Санкт-Петербурге. Основные плюсы данной прогрессивной технологии это то, что она повышает значительно надежность возводимых зданий, а стойки с опорами позволяют делать потолки сверх ровными.

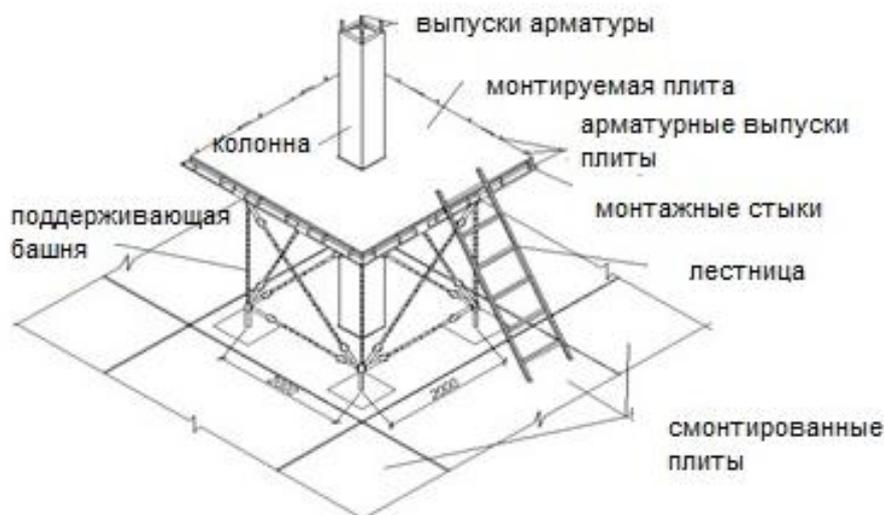


Рис. 1. Монтаж надколонной плиты в строительной системе «КУБ 2,5»

Немного о системе «КУБ 3V». В настоящее время правообладателем и патентообладателем системы «КУБ 3V» в России является ООО «СИСТЕМА СТРОЙ», которая реализует свои исключительные права путем заключения лицензионных договоров на проектирование, строительство и изготовление конструкций строительной системы «КУБ 3V». В данной строительной системе, как и в предыдущих вариантах, имеет место усовершенствованная конструкция узла соединения перекрытия с колонной, учтена работа поперечной арматуры, которая завязана с арматурным каркасом особой конструкции, играющим роль встроенной в плиту капители и который обеспечивает работу узла на продавливание [1]. Система «КУБ 3V» объединяет в себе все лучшее от ранее существующих вариантов и разработана для строительства зданий до 25 этажей и выше в I-IV климатических районах в обычных условиях и условиях повышенной сейсмичности до 8 баллов. Строительная система «КУБ 3V» – система, где впервые для монтажа плит перекрытия сборного безригельного каркаса применяют кондуктор и сборный опорный столик. Кондуктор и опорный столик являются изобретениями, разработанными в ООО «СИСТЕМА СТРОЙ» под руководством Г.И. Виликжанина. Данные изобретения обеспечивают безопасный, быстрый и качественный монтаж каркаса.

Одним из главных преимуществ каркаса системы «КУБ 3V» является технологическая

простота, здесь нет ни напряженной арматуры, ни специального оборудования, ни сложных механизмов. Безригельный каркас состоит из колонн квадратного сечения и плоских панелей перекрытия. Панели подразделяются на надколонные, межколонные и вставки, толщиной 160 мм, всего два конструктивных элемента – колонна и плита. Членение перекрытия запроектировано с таким расчетом, чтобы их стыки располагались в зонах, где величина изгибающих моментов равна нулю. Зазор между плитами составляет 20 мм, что дает возможность замоноличивания швов без опалубки. Одно из достоинств каркаса – пониженный показатель расхода стали на 1 кв.м перекрытия по сравнению с каркасными системами, применяемыми как внутри страны, так и за рубежом [1].

Система позволяет возводить многоэтажные здания переменной этажности с разным набором помещений, в том числе значительных размеров в плане и по высоте.

Каркас собирается легко с помощью опорного монтажного столика и кондуктора, не требуется специальной оснастки (рис. 2). Прочность, надежность, устойчивость зданий этой системы подтверждены многочисленными испытаниями (лаборатория динамических испытаний ЦНИИЭП жилища) и рекомендованы к применению ЦНИИСК им. Кучеренко.

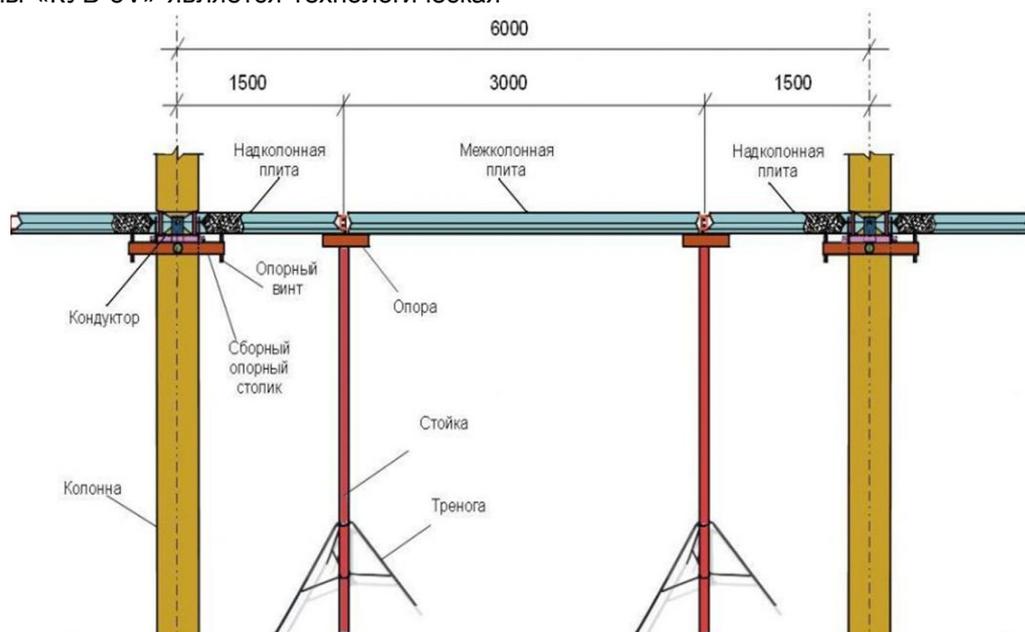


Рис. 2. Способ монтажа в строительной системе «КУБ 3V»

В качестве исследуемого объекта был взят жилой дом переменной этажности, построенный по ул. Вавилова, 23 в г. Омске. Были исследованы точность изготовления сборных железобетонных колонн сечением 40x40 см., смещение колонн относительно разбивочных осей и отклонение колонн от вертикали.

Известно, что отклонение действительных геометрических параметров от проектных оценивается погрешностями.

Анализ точности изготовления конструкций жилого дома производился с использованием методов математической статистики и теории вероятностей [2,3].

Одной из основных задач математической статистики является разработка методов изучения массовых явлений и процессов на основе сравнительно небольшого количества наблюдений или опытов. Эти методы имеют свое научное основание, свою теорию, которая носит название теории выборок.

Применение выборочного метода в данных исследованиях позволило нам решить две основные задачи [2,3,4]. Первая задача заключается в установлении закона распределения изучаемой случайной величины и параметров этого распределения по данным выборки, вторая – в статистической проверке гипотез, когда проверяется либо вид предполагаемого распределения, либо равенство параметров двух или нескольких распределений, то есть проверяется статистическая однородность процесса.

Совокупность измеренных величин объемом N представляет собой ряд распределения. Упорядоченные (расположенные в порядке возрастания или убывания) значения изучаемого признака представляют собой вариационный ряд.

В ряд распределения включены частоты n_i – величины, показывающие, сколько раз каждое значение признака встречается в

данной совокупности. Сумма всех частот соответствует объему совокупности [2].

$$N = \sum_{i=1}^n n_i . \quad (1)$$

Вместо частот в ряде могут быть указаны частности, представляющие собой отношение частоты к объему совокупности, выраженные в долях единицы.

$$W_i = n_i / N . \quad (2)$$

Размах варьирования R определяется по формуле [2]:

$$R = x_{\max} - x_{\min} , \quad (3)$$

где x_{\max} , x_{\min} – наибольшее и наименьшее значения в рассматриваемой совокупности.

При исследовании точности технологических процессов изготовления колонн результаты наблюдений были разбиты на интервалы шириной h, определяемые по формуле Стерджесса.

$$h \approx R / (1 + 3,21 \lg N) , \quad (4)$$

где R – размах варьирования, N – число наблюдений.

Сформированные ряды определяются из соотношения R:h. и рассматриваются как интервальные.

Среди обобщающих показателей рассматриваемой совокупности важное место занимает один из основных параметров распределения – средняя величина. Среди разновидностей средних величин в соответствии с задачами и видом статистического материала выбираем среднюю арифметическую.

$$\bar{x} = (\sum_{i=1}^n x_i n_i) / N . \quad (5)$$

Результаты обработки интервальных рядов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исследование точности изготовления граней сборных железобетонных колонн

Интервалы, мм a b	Частота n_i	Частость w_i	Середина интервала $x_i, \text{мм}$	$\Phi(t_1)$	$\Phi(t_2)$	$P(x_i)$
- 28 - 21	9	0,0068	- 24,5	- 0,4975	- 0,4828	0,0169
- 21 - 14	21	0,0479	- 17,5	- 0,4828	- 0,4218	0,0610
- 14 - 7	58	0,1324	- 10,5	- 0,4218	- 0,2633	0,1585
- 7 0	128	0,2922	- 3,5	- 0,2633	- 0,0072	0,2561
0 + 7	125	0,2854	+3,5	- 0,0072	+ 0,2520	0,2592
+ 7 + 14	61	0,1393	+10,5	+ 0,2580	+ 0,4164	0,1644
+ 14 + 21	28	0,0639	+17,5	+ 0,4164	+ 0,4812	0,0648
+ 21 + 28	8	0,0182	+24,5	+ 0,4812	+ 0,4972	0,0160
	N= 438					0,9970

Для наглядного изображения закономерности распределения исследуемых рядов по величинам частностей W_i , вычисленных для каждого интервала,

построим гистограмму. Гистограмма отображает эмпирическое распределение исследуемой совокупности.

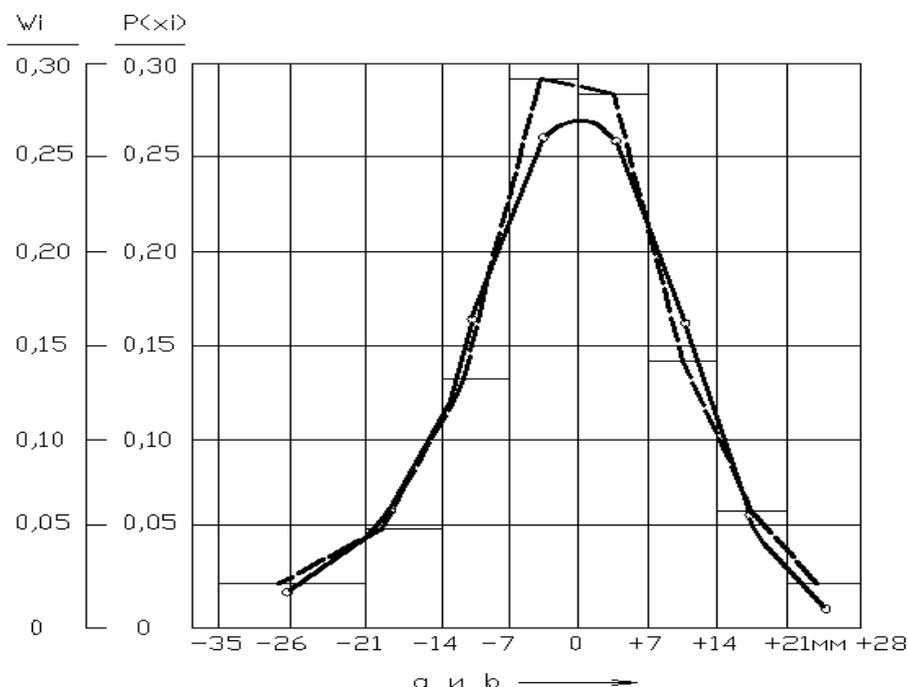


Рис. 3. Погрешности изготовления граней колонн

Эмпирическая кривая распределения выборки по своему внешнему виду приближается к какому-либо теоретическому закону распределения. Кривая теоретического распределения строится на основании значений вероятности $P(x_i)$ по интервалам, соответствующему эмпирическому распределению. Значения вероятностей определяются при помощи таблиц функций Лапласа [2,5].

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (8)$$

Степень близости эмпирического распределения с теоретическим оценивается при помощи критериев проверки (согласия). В математической статистике широко применяются критерии согласия К. Пирсона, Л.Н. Колмогорова, Б.С. Ястремского, В.И. Романовского и др.

В качестве нулевой гипотезы выдвигаем предположение о том, что распределение значений изучаемого признака x_i подчиняется нормальному закону. Выдвинутая гипотеза может быть правильной или неправильной, поэтому возникает необходимость в её проверке. Но в результате статистической

проверки нулевой гипотезы в двух случаях может быть принято неправильное решение – могут быть допущены ошибки двух родов.

Ошибка первого рода состоит в том, что будет отвергнута правильная гипотеза. Ошибка второго рода состоит в том, что будет принята неправильная гипотеза (конкурирующая).

При оценке сходимости эмпирического распределения с теоретическим необходимо прежде всего опасаться совершения ошибки первого рода, так как это влечет более тяжелые последствия, чем ошибка второго рода.

Для проверки гипотез при помощи различных критериев устанавливают уровни их значимости, которые представляют собой достаточно малое значение вероятности (5, 2, 1% и т.д.), отвечающее событиям, которые в данной обстановке исследования можно считать практически невозможными.

Выбирая уровень значимости q или уровень доверительной вероятности P , мы устанавливаем область допустимых его значений, которая выражается вероятностью $q=1-P$. Выбор достаточно малого уровня значимости гарантирует от возможности совершить ошибку первого рода.

Исследуемые совокупности измерения имеют ограниченный объем, поэтому вероятность появления отклонений, превышающих по величине 2σ , очень мала.

Принимаемый в исследованиях уровень значимости, равный 0,05, определяет критическую область применяемых критериев согласия. Наиболее часто в качестве критерия согласия принимают критерий χ^2 К.Пирсона, который отличается большой чувствительностью к конкурирующей гипотезе.

Величину χ^2 определяют по формуле [2]

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^c \frac{[n_i - NP(x_i)]^2}{NP(x_i)}, \quad (9)$$

где $P(x_i)$ – значения вероятностей, вычисленные для каждого интервала, $i = 1, 2, 3, \dots$; n_i – значения частот; N – объем выборки.

Полученное из выборки значение χ^2 сравниваем с верхним пределом при уровне

значимости q со степенями свободы $l = c - 1$, где c – число оцениваемых параметров, l – число интервалов.

В том случае, когда χ^2 окажется превосходящим этот предел, мы бракуем гипотезу соответствия. В нашем случае $\chi^2(0,05; 5) = 11,1$. $\chi^2_{\text{наб}} = 8,646$. Так как $\chi^2_{\text{наб}} < \chi^2$, то гипотеза о нормальности распределения принимается. Выборочные характеристики и доверительные пределы для a , G , $a_{\text{см}}$ [4] завершают математическую обработку результатов исследований и в соответствии с [6,7] позволяют сделать вывод- изготовление граней колонн выполнено по седьмому классу точности и на класс ниже нормы. Аналогичным способом были выполнены исследования по смещению колонн с разбивочных осей и отклонение колонн от вертикали, в расчетах использовались материалы монографии [8]. Зависимости приведены на рисунках 4,5.

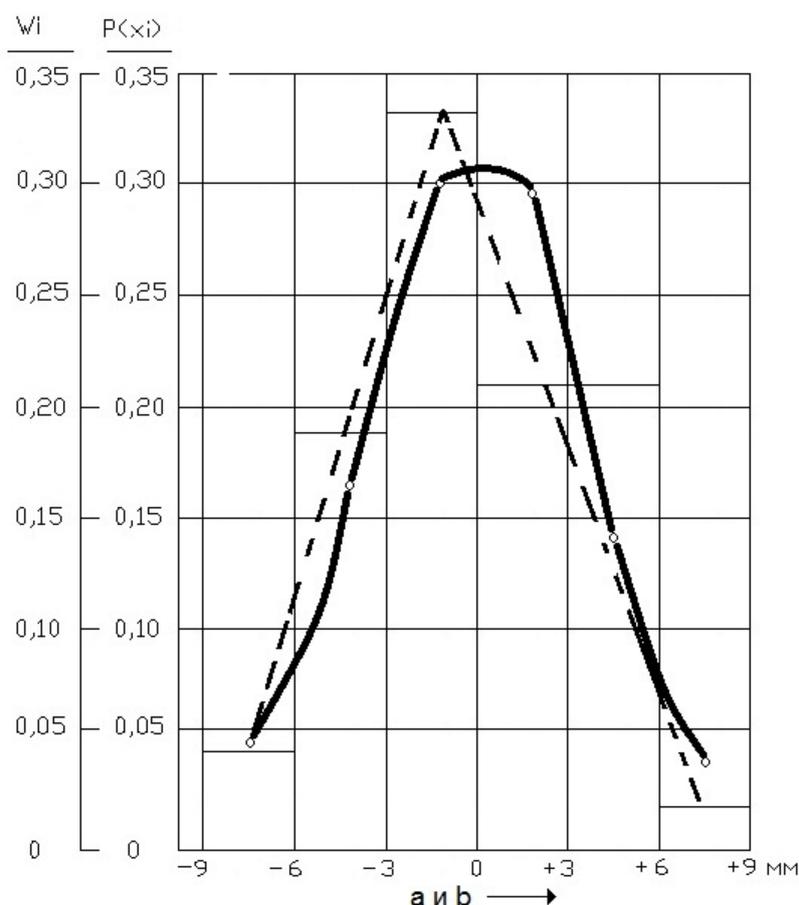


Рис. 4. Погрешности смещения колонн относительно разбивочных осей

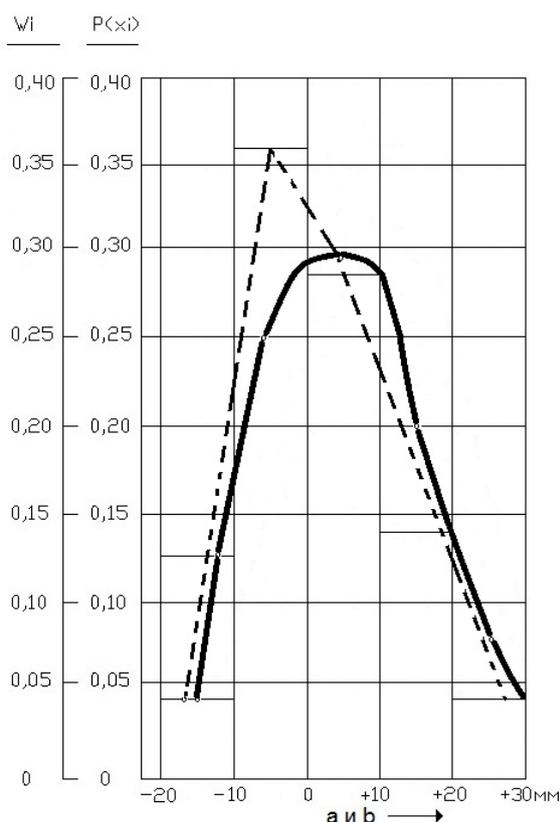


Рис. 5. Погрешности отклонения колонн от вертикали

Заключение

Выполненные исследования и анализ погрешностей позволяют сделать выводы. Точность изготовления граней колонн выполнена по седьмому классу точности и на класс ниже нормы. Смещение колонн с разбивочных осей выполнено по четвертому классу точности и отражает высокую точность разбивочных и монтажных работ. Отклонение колонн от вертикали выполнено по пятому классу точности. [4,5]. Анализ погрешностей показал, что технологические допуски монтажа конструкций соответствуют нормам точности для принудительного монтажа [4,5] и подтверждают высокий уровень и качество монтажных работ.

Библиографический список

1. Великжанин, Г.М. «КУБ-2,5» - успех конструктивной системы. [Электронный ресурс] / Г.М. Великжанин // Специализир. журнал Строительная Орбита. – 2011. – № 7. – С 5-6. – Режим доступа: <http://www.stroyorbita.ru/arhiv/1107/11-20.h> (дата обращения: 17.03.2015).
2. Смирнов, Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений / Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. – М.: Наука, 1969. – 511с.

3. Столбов, Ю.В. Практическое руководство по контролю качества строительно-монтажных работ / Ю.В. Столбов, Н.С. Воловник, А.Н. Сухов и др. – Омск: СИБАДИ, 1988. – Деп. В ВНИИИС 28.01.88, № 85-50.

4. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука. 1980. – 355 с.

5. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

6. ГОСТ 21778-81. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения. Введ.1981-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. -II, 5 с: ил.

7. ГОСТ 21779-82. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски.- Введ. 1982-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1993.-II, 17 с.: ил.

8. Столбов, Ю.В. Обеспечение высотного положения оснований покрытий автомобильных дорог: монография / Ю.В.Столбов, С.Ю.Столбова, Д.О. Нечаев. – Омск: СИБАДИ, 2013. – 144 с.

STATISTICAL CONTROL OF ACCURACY OF PRODUCTION AND INSTALLATION OF BEZRIGELNY FRAMEWORKS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

N.S. Volovnik, A.F. Andrushenkov, V.A. Kazakov

Abstract. The article presents the results of a study of precision manufacturing and installation of reinforced concrete columns of a residential building, which was built on technology "KUB 2.5". In studies used mathematical apparatus of probability theory and statistics mate-matic. Manufacturing error and assembly columns were investigated as random variables in small samples. These histograms show the empirical distribution of the errors. Curves built on the theoretical distribution of probability values for each interval in the study population. The degree of proximity of theoretical and empirical distributions was assessed according to the criteria K. Pirsona, B.S. Yastremskogo and A.N. Kolmogorov. Classes of accuracy of real and nominal values of the parameters. The advantages of "Cube 2.5" and "KUB 3V" technologies, introduction of the Siberian region.

Keywords: combined and monolithic bezrigelny frameworks of buildings. Accuracy of production and installation.

References

1. Velikzhanin G.M. KUB-2,5 - uspeh konstruktivnoj sistemy [KUB-2.5 - the success of the structural system]. *Stroitel'naja Orbita*, 2011, no 7. Available at: <http://www.stroyorbita.ru/arhiv/1107/11-20.h>- treatment (accessed 03.17.2015).
2. Smirnov N.V., Dunin-Barkovskii I.V. *Kurs teorii veroyatnostej i matematicheskoj statistiki dlja tehnikeskikh prilozhenij* [The course of the theory of probability and mathematical statistics for technical applications]. Moscow, Nauka, 1969. 511 p.

3. Stolbov Ju.V., Volovnik N.S., Suhov A.N. et al. *Prakticheskoe rukovodstvo po kontrolju kachestva stroitel'no-montaznyh rabot* [A Practical Guide to Quality Control of construction and assembly works]. Omsk, SibADI, 1988. Dep. In VNIIS 28.01.88, no 85-50.

4. Venttsel E.S., Ovcharov L.A. *Teoriya verojatnostej* [Teoriya probabilities: the textbook]. Moscow, Nauka, 1980. 355 p.

5. Gmurman V.E. *Teoriya verojatnostej i matematicheskaja statistika* [Teoriya probability and mathematical statistics]. Moscow, H. School, 2003. 479 p.

6. GOST 21778-81. *Sistema obespechenija tochnosti geometricheskikh parametrov v stroitel'stve. Osnovnye polozhenija*. [State standard 21778-81 System geometric parameters ensure accuracy in construction. Hoz main points]. Moscow, Izd-v Standartov, 1989. 5 p.

7. GOST 21779-82. *Sistema obespechenija tochnosti geometricheskikh parametrov v stroitel'stve. Tehnologicheskie dopuski* [State standard 21779-82. System geometric parameters ensure accuracy in construction. Technological dopuski]. Moscow, Izd-v Standartov, 1993. 17 p.

8. Stolbov Ju.V., Stolbova S.Ju., Nechaev D.O. *Obespechenie vysotnogo polozhenija osnovanij pokrytij avtomobil'nyh dorog: monografija* [Providing high-altitude position bases of highways covering]. Omsk: SibADI, 2013. 144 p.

Воловник Наталья Сергеевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и технология

строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

Казакон Виталий Анатольевич (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент, и.о.зав. кафедрой «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Андрюшенков Александр Федорович (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

Volovnik Natalya Sergejevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

Kazakov Vitaly Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Andryushenkov Alexander Fedorovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

УДК 697.92: 628.83

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ ЧЕРЕЗ ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТИ

В.Д. Галдин, М.А. Кривошеин

Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрена обратная задача аэродинамического расчета систем вентиляции зданий, в которой необходимо определить расходы воздуха на всех участках сети с известными геометрическими размерами, при установке в сеть вентилятора с заданной характеристикой. Предложен метод решения задачи через построение характеристики сети и представлены примеры решения конкретных задач по данному методу.

Ключевые слова: вентиляция, аэродинамический расчет, обратная задача, задача о потокораспределении.

Введение

Аэродинамический расчет систем вентиляции зданий, как правило, выполняется для подбора оборудования и сечений вентиляционных каналов (воздуховодов) с целью обеспечения требуемого воздухообмена помещений. Исходными данными для расчета являются расходы удаляемого либо приточного воздуха для каждого помещения и схема

системы вентиляции. По требуемым расходам производится подбор сечений воздуховодов, определяются суммарные потери давления в сети, проводится подбор вентиляторов по известным характеристикам. Такую задачу принято называть «прямой». Порядок и примеры расчета подобных задач широко известны и детально рассмотрены в ряде работ [1-5].

Однако на практике встречаются задачи, при которых исходными данными являются сечения воздуховодов и характеристики устанавливаемых вентиляторов. Определяемыми являются величины расходов воздуха на отдельных участках сети. Такую задачу называют «обратной» задачей аэродинамического расчета или задачей о потокораспределении.

В качестве наиболее простого примера обратной задачи можно привести вытяжную систему вентиляции, удаляющую воздух из двух помещений (рис.1). На выходе из сети установлен вентилятор с известной характеристикой. Известны длины, диаметры и абсолютная шероховатость (материал) воздуховодов, позволяющие определить потери давления на участках сети. Необходимо определить расходы удаляемого воздуха для каждого помещения.

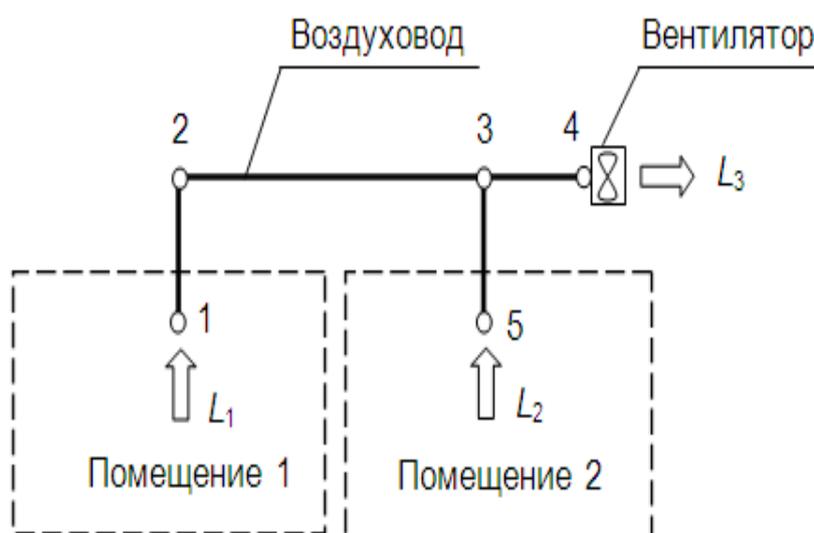


Рис. 1. Расчетная схема системы вентиляции двух помещений

Существует несколько методов решения подобных задач: способ эквивалентных отверстий (или сопел) Блесса, который заключается в условной замене участков системы эквивалентными по потере давления отверстиями [3-5]; способ перемещения единицы объема, предложенный П. Н. Каменевым [3-5]; способ характеристик, предложенный С. Е. Бутаковым [5], который впоследствии был развит Н. Н. Разумовым и сведен к графоаналитическому расчету [6].

Описание методики решения обратной задачи через построение характеристики сети

Решение обратной задачи по предлагаемому методу основано на положениях «прямой» задачи аэродинамического расчета, представленных в работах [3,7].

Согласно «прямой» задаче расходы воздуха на участках сети будут равны требуемым в случае, если потери давления от каждой точки входа (выхода) воздуха в сеть до вентилятора будут одинаковыми.

Основываясь на данном условии, принято, что оно будет справедливо и при

обратной задаче, так как при установившемся режиме работы вентилятора эти потери давления должны быть равны, из чего следует, что характеристика сети для каждого случая совпадает (одна и та же кривая на графической зависимости). Таким образом, последовательно (с определенным шагом) задавая расход воздуха, создаваемого вентилятором, можно определить суммарные потери давления в сети.

Режим работы вентилятора определяется точкой пересечения характеристик сети и вентилятора [8-11], однако аэродинамическая сеть, на которую работает вентилятор, как правило, представляет собой линейный участок сети, не имеющий ответвлений (тройники, крестовины), что значительно упрощает расчеты. Решение подобных задач для разветвленных сетей в известных работах отсутствуют.

Основной проблемой при определении суммарных потерь давления для разветвленных сетей является построение характеристики сети, а именно определение потерь давления на ответвлениях (тройниках и крестовинах). Неоднозначность решения

задачи заключается в том, что для определения потерь давления на тройниках (крестовинах), необходимо задаваться на них расходами воздуха, которые в свою очередь являются неизвестными величинами.

Данную проблему предлагается решать методом последовательных приближений (итераций): изначально задаваясь суммарным расходом, последовательно задаются расходы воздуха на ответвлениях, и определяется, при каких значениях расходов воздуха суммарные потери давления на ответвлениях будут равны. Полученные величины и будут являться искомыми.

В результате, при задании различных величин суммарного расхода воздуха подаваемого вентилятором, для каждого случая определяются соотношения расходов на ответвлениях и суммарные потери давления в сети, после чего строится характеристика сети.

Особенность предлагаемого метода заключается в построении характеристики сети, на которую накладывается характеристика вентилятора. После наложения характеристик определяется рабочая точка (режим работы вентилятора) и расходы воздуха через все участки аэродинамической сети. В данном случае нет необходимости в использовании сложных номограмм и решении систем нелинейных уравнений.

Последовательность расчета следующая:

1) определение суммарных потерь давления от каждой точки входа (выхода) воздуха в сеть до вентилятора при задании различных расходов воздуха, создаваемого вентилятором;

2) определение расходов воздуха на ответвлениях, при которых соблюдается условие равенства суммарных потерь давления от каждой точки входа (выхода) воздуха в сеть до вентилятора (таким образом, определяется распределение потоков воздуха в сети при различных расходах);

3) построение характеристики сети по полученным величинам расходов воздуха и потерям давления;

4) наложение характеристики вентилятора на полученную характеристику сети;

5) установление режима работы вентилятора (точка пересечения

характеристики сети и характеристики вентилятора), то есть определение расхода воздуха, удаляемого (подаваемого) вентилятором;

6) определение расходов воздуха во всех точках сети для полученного значения суммарного расхода воздуха.

На рисунке 2 представлены результаты расчета обратной задачи через построение характеристики сети на простейшем примере.

Расчетами определены суммарные потери давления Δp при различных значениях суммарного расхода воздуха $L_{\text{СУММ}}$, удаляемого вентилятором (табл. 1) и расходы воздуха на ответвлениях L_1 и L_2 . По полученным значениям $L_{\text{СУММ}}$ и Δp построена характеристика сети (рис. 2.2).

Таким образом, при установке в сеть вентилятора Vents ВКО 100, суммарно будет удаляться 92,6 м³/ч воздуха при давлении $\Delta p = 5,72$ Па (рис. 2.2, точка А), из которых 36,9 м³/ч будет удаляться из первого помещения, а 55,7 м³/ч из второго

Достоинством предлагаемого метода является то, что после построения характеристики сети можно быстро определить режим работы любого другого вентилятора, устанавливаемого в данную точку сети (например, при замене первоначально выбранного (расчетного) вентилятора на вентилятор с другой характеристикой). В итоге не требуется повторять расчет, а достаточно наложить новую характеристику вентилятора на характеристику сети.

Например, заменим вентилятор Vents ВКО 100 на Vents ВКО 100 Пресс (рис. 2.2). Режим работы вентилятора будет определяться точкой пересечения с уже построенной ранее характеристикой сети и характеристикой нового вентилятора.

В результате при установке в сеть вентилятора Vents ВКО 100 Пресс суммарно будет удаляться 101,7 м³/ч воздуха при давлении $\Delta p = 6,81$ Па (рис. 2.2, точка Б), из которых 40,6 м³/ч будет удаляться из первого помещения, а 61,1 м³/ч из второго (табл. 1).

Таким образом, представленное выше преимущество позволяет быстро подобрать требуемый вентилятор, для его установки в аэродинамическую сеть с известной характеристикой.

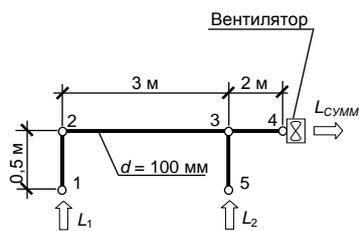


Рис. 2.1. Расчетная схема системы вентиляции двух помещений

Последовательность расчета

1. Суммарные потери давления от т. 1 до т. 4 должны быть равны суммарным потерям давления от т. 5 до т. 4:

$$\Delta p_{1-2-3-4} = \Delta p_{5-3-4} = \Delta p.$$

2. По полученным значениям суммарного расхода $L_{сумм}$ и суммарным потерям давления Δp (таб. 1) строится характеристика сети (рис 2.2).

3. Точка пересечения характеристик сети и вентилятора показывает режим работы вентилятора:

Vents 100: $L_{сумм} = 92,6 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\Delta p = 5,72 \text{ Па}$ (рис 2.2, точка А);

Vents 100 Пресс: $L_{сумм} = 101,7 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\Delta p = 6,81 \text{ Па}$ (рис 2.2, точка Б).

4. При данных значениях суммарного расхода и потерь давления, расходы воздуха на ответвлениях равны:

Vents 100: $L_1 = 36,9 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_2 = 55,7 \text{ м}^3/\text{ч}$;

Vents 100 Пресс: $L_1 = 40,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_2 = 61,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Таблица 1 – Результаты расчета системы вентиляции двух помещений

$L_{сумм}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L_1, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L_2, \text{ м}^3/\text{ч}$	$\Delta p, \text{ Па}$
0,0	0,0	0,0	0,00
10,0	3,8	6,2	0,10
20,0	7,7	12,3	0,35
30,0	11,6	18,4	0,73
40,0	15,6	24,4	1,22
50,0	19,6	30,4	1,84
60,0	23,6	36,4	2,57
70,0	27,7	42,3	3,41
80,0	31,7	48,3	4,37
90,0	35,8	54,2	5,43
92,6	36,9	55,7	5,72
100,0	39,9	60,1	6,60
101,7	40,6	61,1	6,81
110,0	44,0	66,0	7,87
120,0	48,0	72,0	9,25

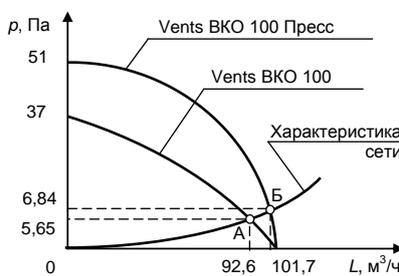


Рис. 2.2. К расчету обратной задачи вентиляции 2-х помещений

Рис. 2. Результаты расчета системы вентиляции двух помещений

Несколько сложнее решение задач о потокораспределении в системах вентиляции трех и более помещений. В этом случае увеличивается количество участков, на которых необходимо увязывать потери давления, и количество производимых итераций.

Рассмотрим решение подобных задач на примере аэродинамической сети, в которой воздух удаляется из четырех помещений (рис. 3). Для побуждения воздуха в точке 5

установлен вентилятор с известной характеристикой.

Расчет необходимо начинать с увязки наиболее удаленных от вентилятора участков. В данном примере в первую очередь увязываются потери давления на участках 1–2 и 6–2, после чего увязываются потери на участках 1–2–3, 6–2–3 и 7–3. Заканчивается увязка равенством потерь давлений участков 1–2–3–4–5, 6–2–3–4–5, 7–3–4–5 и 8–4–5.

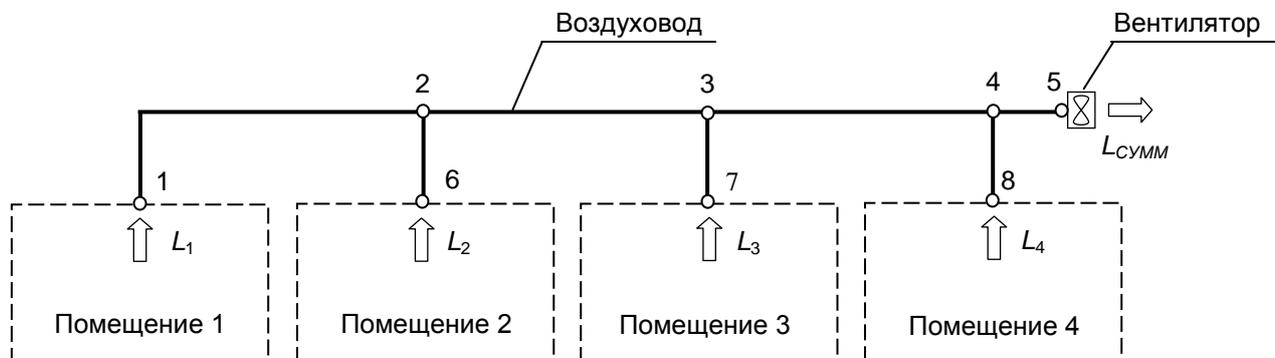


Рис. 3. Расчетная схема системы вентиляции четырех помещений

Результаты расчета задачи о потокораспределении в системах вентиляции

четырёх помещений по данному методу представлены на рисунке 4.

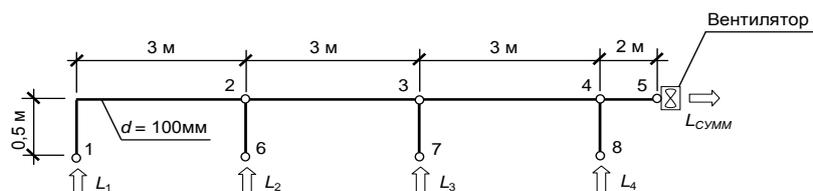


Рис. 4.1. Расчетная схема системы вентиляции четырех помещений

Таблица 2 – Результаты расчета системы вентиляции четырех помещений

$L_{\text{СУММ}}$, м ³ /ч	L_1 , м ³ /ч	L_2 , м ³ /ч	L_3 , м ³ /ч	L_4 , м ³ /ч	Δp , Па
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
10,0	0,5	0,9	2,4	6,2	0,099
20,0	1,1	1,9	4,8	12,2	0,344
30,0	1,7	2,9	7,3	18,2	0,716
40,0	2,3	3,9	9,8	24,1	1,208
50,0	2,9	4,9	12,2	30,0	1,815
60,0	3,5	5,9	14,7	35,9	2,533
70,0	4,2	6,9	17,1	41,7	3,360
80,0	4,8	8,0	19,6	47,9	4,295
90,0	5,5	9,0	22,1	53,4	5,337
92,8	5,7	9,3	22,8	55,0	5,644
100,0	6,2	10,0	24,5	59,3	6,484
101,8	6,3	10,2	25,0	60,3	6,706
110,0	6,8	11,1	27,0	65,1	7,736
120,0	7,5	12,1	29,5	70,9	9,091

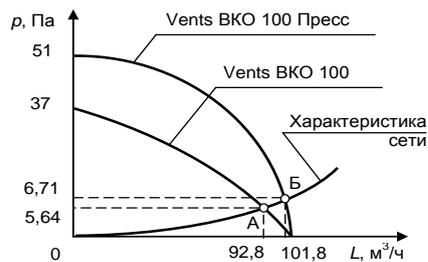


Рис. 4.2. К расчету обратной задачи вентиляции 4-х помещений

Последовательность расчета

1. Суммарные потери давления участка 1 – 5 должны быть равны суммарным потерям давления на участках 6 – 5, 7 – 5 и 8 – 5:

$$\Delta p_{1-2-3-4-5} = \Delta p_{6-2-3-4-5} = \Delta p_{7-3-4-5} = \Delta p_{8-4-5} = \Delta p.$$

2. По полученным значениям суммарного расхода $L_{\text{СУММ}}$ и суммарным потерям давления сети Δp (табл. 2) строится характеристика сети (рис. 4.2).

3. Точка пересечения характеристики сети и характеристики вентилятора показывает режим работы вентилятора:

Vents 100: $L_{\text{СУММ}} = 92,8 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\Delta p = 5,64 \text{ Па}$ (рис. 4.2, точка А);

Vents 100 Пресс: $L_{\text{СУММ}} = 101,8 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\Delta p = 6,71 \text{ Па}$ (рис. 4.2, точка Б).

4. При данных значениях суммарного расхода и потерь давления, расходы воздуха на ответвлениях равны:

Vents 100: $L_1 = 5,7 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_2 = 9,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_3 = 22,8 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_4 = 55,0 \text{ м}^3/\text{ч}$;

Vents 100 Пресс: $L_1 = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_2 = 10,2 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_3 = 25,0 \text{ м}^3/\text{ч}$, $L_4 = 60,3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Рис. 4. Пример расчета системы вентиляции четырех помещений

Для данного примера определены суммарные потери давления Δp при различных значениях суммарного расхода воздуха $L_{\text{СУММ}}$ удаляемого вентилятором (табл. 2) и расходы воздуха на ответвлениях L_1 , L_2 , L_3 и L_4 . По полученным значениям $L_{\text{СУММ}}$ и Δp построена характеристика сети (рис. 4.2).

Анализ результатов расчета показывает, что при установке в сеть вентилятора Vents ВКО 100 суммарно будет удаляться $92,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха при давлении $\Delta p = 5,64 \text{ Па}$ (рис. 4.2, точка А), из которых $5,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ будет удаляться из первого помещения, $9,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ – из второго, $22,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ – из третьего и $55,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ – из четвертого.

При установке в сеть вентилятора Vents ВКО 100 Пресс суммарно будет удаляться $101,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха при давлении $\Delta p = 6,71 \text{ Па}$ (рис. 4.2, точка Б), из которых $6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ будет

удаляться из первого помещения, $10,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ – из второго, $25,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ – из третьего и $60,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ – из четвертого.

Расчет обратной задачи данным методом при большем количестве помещений выполняется аналогично.

Метод решения обратной задачи через построение характеристики сети представляет особый интерес в случаях, когда необходимо определить рабочую точку для вентилятора с седлообразной характеристикой.

Вентилятор с седлообразной характеристикой (рис. 5) при одном и том же давлении может подавать различное количество воздуха L_1 , L_2 , L_3 . Построение характеристики сети позволяет определить, в каком именно режиме будет работать данный вентилятор (рис. 5, точка А).

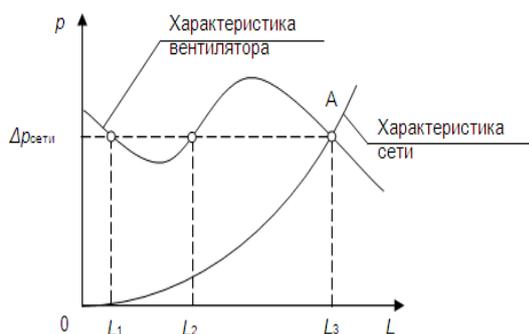


Рис. 5. Определение режима работы вентилятора с седлообразной характеристикой

Выводы

1. Предлагаемый метод позволяет решать обратную задачу аэродинамического расчета в системах вентиляции зданий различной конфигурации.

2. Метод не требует перерасчета систем вентиляции при установке в сеть вентилятора с другой характеристикой, что позволяет выполнить быстрый подбор вентилятора.

3. Построение характеристики сети по предлагаемому методу позволяет определить режим работы вентилятора с седлообразной характеристикой.

Библиографический список

1. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. В 2 т. Т. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Р. В. Щекин [и др.]. – Киев: Будивельник, 1976. – 352 с.
2. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2 ч. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Старовойта. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.
3. Константинова, В.Е. Расчеты воздухообмена в жилых и общественных зданиях / В.Е. Константинова. – М.: Стройиздат, 1964. – 156 с.
4. Каменев, П.Н., Динамика потоков промышленной вентиляции: учеб. пособие / П.Н. Каменев. – М.: Стройиздат, 1938. – 480 с.
5. Бутаков, С.Е., Аэродинамика систем промышленной вентиляции / С.Е. Бутаков. – М.: Профиздат, 1949. – 270 с.
6. Разумов, Н.Н. Графо-аналитический метод расчета воздухообмена / Н.Н. Разумов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1968. – № 12. 1969, № 1.
7. Стефанов, Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Е.В. Стефанов. – Санкт-Петербург: Издательство «АВОК Северо-Запад», 2005. – 400 с.
8. Вахвахов, Г.Г. Работа вентиляторов в сети / Г.Г. Вахвахов. – М.: Стройиздат, 1975. – 101 с.
9. Поляков, В.В. Насосы и вентиляторы: учеб. для вузов / В.В. Поляков, Л.С. Скворцов. – М.: Стройиздат, 1990. – 336 с.

10. Караджи, В.Г. Некоторые особенности эффективного использования вентиляционно-отопительного оборудования. Руководство / В.Г. Караджи, Ю.Г. Московко. – М.: ИННОВЕНТ, 2004. 139 с.

11. Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учеб. для теплоэнергетических вузов / В.М. Черкасский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

12. Кривошеин, А.Д. Исследование процессов распределения воздуха в гибридных системах вентиляции жилых зданий / А. Д. Кривошеин, И. В. Андреев // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 5 (33). – С. 63–69.

THE SOLUTION OF THE RETURN PROBLEM OF AERODYNAMIC CALCULATION OF SYSTEMS OF VENTILATION OF BUILDINGS THROUGH CREATION OF THE CHARACTERISTIC OF THE NETWORK

V. D. Galdin, M A. Krivoshein

Abstract. In article the return problem of aerodynamic calculation of systems of ventilation of buildings in which it is necessary to define air expenses on all sites of a network with the known geometrical sizes, at installation in a fan network with the set characteristic is considered. The method of the solution of a task through creation of the characteristic of a network is offered and examples of the solution of specific objectives by this method are presented.

Keywords: ventilation, aerodynamic calculation, the return task, a task about a potokoraspredeleniye.

References

1. Shhekin R.V. *Spravochnik po teplosnabzheniju i ventiljacii. V 2 t. T. 2. Ventiljacija i kondicionirovanie vozduha* [Reference book on heat supply and ventilation]. Kiev: Budivel'nik, 1976. 352 p.
2. Staroverova I.G. *Spravochnik projektirovshhika. Vnutrennie sanitarno-tehnicheskie ustrojstva. V 2 ch. Ch. 2. Ventiljacija i kondicionirovanie vozduha* [Reference book of the designer. Internal sanitary devices]. Moscow, Strojizdat, 1977. 502 p.
3. Konstantinova V.E. *Raschety vozduhoobmena v zhilyh i obshhestvennyh zdaniyah* [Calculations of air exchange in residential and public buildings]. Moscow, Strojizdat, 1964. 156 p.
4. Kamenev P.N., *Dinamika potokov promyshlennoj ventiljacii* [Dynamics of streams of industrial ventilation: studies]. Moscow, Strojizdat, 1938. 480 p.
5. Butakov S.E., *Ajerodinamika sistem promyshlennoj ventiljacii* [Aerodynamics of systems of industrial ventilation]. Moscow, Profizdat, 1949. 270 p.
6. Razumov N.N. *Grafo-analiticheskij metod rascheta vozduhoobmena* [Grafo-analiticheskij air exchange calculation method] *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika*, 1968, no 12. 1969, no 1.
7. Stefanov E.V. *Ventiljacija i kondicionirovanie vozduha* [Ventilation and air conditioning]. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo AVOK Severo-Zapad, 2005. 400 p.
8. Vahvahov G.G. *Rabota ventiljatorov v seti* [Operation of fans in Networks]. Moscow, Strojizdat, 1975. 101 p.

9. Poljakov V.V., Skvorcov L.S. *Nasosy i ventiljatory: ucheb. dlja vuzov* [Pumps and fans: studies. for higher education institutions]. M.: Strojizdat, 1990. 336 p.

10. Karadzhi V.G., Moskovko Ju.G. *Nekotorye osobennosti jeffektivnogo ispol'zovanija ventiljacionno-otopitel'nogo oborudovanija. Rukovodstvo* [Some features of effective use of the ventilating and heating equipment. Management]. Moscow, INNOVENT, 2004. 139 p.

11. Cherkasskij V.M. *Nasosy, ventiljatory, kompressory: ucheb. dlja teploenergeticheskikh vuzov* [Pumps, fans, compressors: studies. for heat power higher education institutions]. Moscow, Jenergoatomizdat, 1984. 416 p.

12. Krivoshein A.D., Andreev I.V. *Issledovanie processov raspredelenija vozduha v gibridnyh* [Research of processes of distribution of air in hybrid systems of ventilation of residential buildings]. *Vestnik SibADI*, 2013, no 5 (33). pp. 63–69.

Кривошейн Михаил Александрович (Омск, Россия) – аспирант каф. «Теплоэнергетика» Омского государственного технического университета (ОМГТУ) (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: 22kma@mail.ru).

Галдин Владимир Дмитриевич (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор каф. «Теплоэнергетика» Омского государственного технического университета (ОМГТУ) (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: galdin_vd@mail.ru).

Mikhail A. Krivoshein (Russian Federation, Omsk) – graduate student Omsk state technical university (644050, Omsk, Mira Ave., 11, e-mail: 22kma@mail.ru).

Vladimir D. Galdin (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical science, professor Omsk state technical university (644050, Omsk, Mira Ave., 11 e-mail: galdin_vd@mail.ru).

УДК 620.17

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ КОЭФФИЦИЕНТА ПРИЗМЕННОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

Ю.В. Краснощёков

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье приведены результаты исследования прочности бетона в конструкциях с использованием системного подхода. Показано, что существующая модель призмной прочности с эмпирической зависимостью от класса бетона не учитывает влияния изменчивости прочности бетона. Разработана вероятностная модель коэффициента призмной прочности с учетом его зависимости от однородности бетона. Реализация этой модели является стимулом повышения качества бетона в конструкциях.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, прочность бетона, призмная прочность, коэффициент призмной прочности, расчетная модель, системный подход.

Введение

Известно, что прочность бетона зависит от многих факторов. Фактическая прочность бетона в железобетонных конструкциях может существенно отличаться от принятой при проектировании призмной прочности. Существующая модель призмной прочности с эмпирической зависимостью от класса бетона не учитывает влияния изменчивости прочности бетона. Опытных данных бывает совершенно недостаточно для оценки характеристик прочности как случайной величины, а, следовательно, для вероятностных расчетов. Серьезным препятствием для перехода к вероятностным методам проектирования железобетонных конструкций является отсутствие теоретической модели в виде зависимости прочности бетона в конструкции и опытных образцах с учетом изменчивости прочностных

свойств (однородности). В данной работе предлагается вероятностная модель коэффициента призмной прочности, разработанная с применением системного подхода.

Модели прочности бетона

Основным показателем прочности на сжатие является класс бетона B (нормативная кубиковая прочность R_n в МПа), который соответствует прочности стандартных кубов с обеспеченностью 0,95 и однородностью, характеризуемой обычно коэффициентом вариации прочности $v_b = 0,135$ [1].

В расчетах конструкций по предельным состояниям сопротивление бетона сжатию принимается в виде призмной прочности R_{bn} или R_b в зависимости от группы предельных состояний. Для перехода от нормативной прочности кубов к нормативной

прочности призм служит, так называемый, нормативный коэффициент призмной прочности $k_{bn} = R_{bn}/R_n$, который может быть определен из эмпирической формулы

$$R_{bn} = B(0,77 - 0,00125B) > 0,72B. \quad (1)$$

Таблица 1 – Нормативные значения призмной прочности

Источник	Нормативные значения призмной прочности при классе бетона, МПа										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
(1)	7,57	11,2	14,9	18,5	22,0	25,4	28,8	32,1	36,2	38,5	41,7
[4]	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,5	43,0

Для высокопрочных бетонов B55 и B60 вступает в силу ограничение формулы (1), о котором иногда забывают, в результате чего принимают ошибочные решения [3].

Для получения среднего значения призмной прочности, необходимого при вероятностных расчетах, обычно обращаются к зависимости $R_{bn} = R_b(1 - 1,64v)$. Класс бетона или нормативная кубиковая прочность также связана со средним значением кубиковой прочности аналогичной зависимостью $R_n = R(1 - 1,64v)$.

Из сопоставления этих зависимостей можно сделать два вывода: либо нормативное и среднее значения коэффициента призмной прочности равны, либо коэффициенты вариации прочности бетона в кубах и призмах различны. Требуется выход из этой неопределенности.

В настоящее время контролируется только класс бетона, коэффициент призмной прочности в нормативных документах не упоминается. Согласно своду правил [4] расчетные и нормативные характеристики бетона определяют по таблицам СП [2] в зависимости от условного класса бетона по прочности на сжатие. Значение условного класса бетона по прочности на сжатие определяют по формуле $B = 0,8R$, где R – средняя кубиковая прочность, полученная по результатам испытаний неразрушающими методами или испытанием отобранных из конструкций образцов бетона. При больших объемах работ по оценке прочности бетона рекомендуется применять статистические методы оценки.

Форму, вид, размеры образцов, методы их испытания и расчёта регламентируют ГОСТ [2,5]. Применение призм для испытания по прочности на сжатие в этих стандартах не предусмотрено.

По формуле (1) вычислены нормативные значения сопротивления бетона осевому сжатию в зависимости от класса бетона. В таблице 1 приведены некоторые результаты, полученные расчетом по формуле (1) и округленные до 0,5 МПа нормативные значения [2].

До 1976 г. показателем прочности на сжатие принимали марку бетона M , соответствующую средней прочности стандартных кубов R в кгс/см², а нормативное значение призмной прочности получали в зависимости от марки умножением на коэффициент $k_b = 0,7 - 0,8$. Проф. Гвоздев А.А. отмечал, что в отношении величины k_b , которую, казалось бы, нетрудно определить, нет достаточной ясности [6].

В нормах 1976 г. была принята эмпирическая формула для нормативной призмной прочности

$$R_{bn} = R_n(0,77 - 0,0001R) > 0,72R_n, \quad (2)$$

согласно которой для наиболее слабых бетонов $k_{bn} = 0,77$ (вместо $k_b = 0,8$), а с увеличением прочности бетона до проектной марки $M500$ он снижался до 0,72 и далее оставался постоянным.

Следует отметить, что формула (1) является результатом незначительных преобразований (2), вызванных в основном изменением единиц измерения.

В действительности разброс опытных значений коэффициента призмной прочности достаточно велик: от 0,6 и до 0,9. Большой разброс обычно объясняют несовершенством испытаний кубов и особенно неопределенностью условий трения на поверхностях, подвергаемых действию испытательной нагрузки. По данным Гвоздева А.А., «даже в пределах отдельных групп исследований коэффициент вариации v_k значений коэффициента призмной прочности редко опускается ниже 10%, а иногда составляет и 15%». По его мнению, нормативную призмную прочность следовало бы вычислять по формуле

$$R_{bn} = RK_b \left(1 - 1,64\sqrt{v^2 + v_k^2} \right), \quad (3)$$

где K_b – среднее значение коэффициента призмной прочности, v и v_k –

коэффициенты вариации прочности бетона кубов и коэффициента призмной прочности.

Поскольку нормативная кубиковая прочность определяется по формуле $R_n = \bar{R}(1 - 1,64v)$, то для перехода от неё к нормативной призмной прочности Гвоздев А.А.использовал значение k_{bn} в виде отношения

$$k_{bn} = \bar{K}_b \left(1 - 1,64 \sqrt{v^2 + v_k^2} \right) / (1 - 1,64v). \quad (4)$$

При $v = 0,135$ и $v_k = 0,1$ им получено $k_{bn} = 0,92 \bar{K}_b$. Средние опытные значения коэффициента призмной прочности \bar{K}_b равны примерно 0,78 для высоких марок и 0,83 для низких марок тяжелых бетонов. По Гвоздеву А.А. эмпирическая формула (2) получена из анализа опытных данных с использованием вероятностной зависимости (3).

В работе [7] опытный образец бетона в виде призмы принимается как конструктивная система с последовательно соединёнными кубами (рис. 1) [7]. Количество элементарных кубов в такой системе численно равно значению гибкости призмы, т.е. $n = \lambda = h/a$.

Так как системный подход ориентирует на операции со случайными величинами, то и системная модель прочности бетонной

Таблица 2 – Усредненные значения коэффициента \bar{K}_b

Источник	Гибкость призмных образцов $\lambda = n$					
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
[8]	1,39	1,0	0,9	0,85	0,8	0,75
(5)	-	-	-	0,86	0,79	0,74

Расчетные значения вычислены по формулам А.Р. Ржаницына, полученным им при решении задачи о распределении минимумов нескольких случайных величин применительно к системам с последовательным соединением элементов, при котором разрушение происходит по наиболее слабому из них [10].

Формулы А.Р. Ржаницына преобразованы в вид, удобный для анализа среднего коэффициента призмной прочности

$$\bar{K}_b = \bar{R}_b / R: \bar{K}_b = 1 - tv, \quad (5)$$

где $t = 0,5642$ при $n = 2$, $t = 0,8463$ при $n = 3$ и $t = 1,0291$ при $n = 4$.

Следует отметить, что для оценки параметров случайных величин, распределенных по нормальному закону, в условиях неопределенности их изменчивости рекомендуется применять распределение

призмы относится к типу вероятностных. Идея системной модели призматических образцов бетона проверена сравнением данных, полученных из анализа норм разных стран [8], с расчетными значениями, вычисленными при коэффициенте вариации $v = 0,25$, характерном для больших стройплощадок с привозным бетоном и нормальным контролем или для малых стройплощадок с изготовлением бетона на месте [9]. Эти данные приведены в таблице 2.

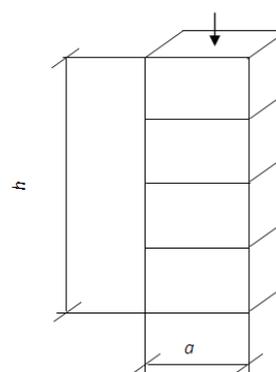


Рис. 1. Системная модель призматического образца

Стьюдента [11]. Поэтому прочность призмной системы в вероятностной модели примем равной граничному значению доверительного интервала, тождественному минимальной прочности кубического элемента R

$$R_b = R_1 (1 - t_{n-1} v / \sqrt{n}) = R_1 \bar{K}_b, \quad (6)$$

где t_{n-1} – коэффициент Стьюдента, учитывающий ошибку, допускаемую при оценке ограниченного числа испытаний n (числа кубических элементов) по сравнению с $n = \infty$; v – коэффициент вариации прочности бетона (в скобках знак «минус» свидетельствует о разрушении системы с менее прочного элемента).

Средние значения коэффициента призмной прочности $\bar{K}_b = 1 - t_{n-1} v / \sqrt{n}$ определены при значениях t_{n-1} , взятых из

табулированных таблиц t -распределения для односторонней оценки средних значений с доверительной вероятностью 0,95, приведены в таблице 3. При вычислении отношения k_{bn}/\bar{K}_b по формуле (4) по предложению А.А. Гвоздева принято $v_k = 0,1$.

В результате расчёта для стандартных призм с гибкостью $\lambda = 4$ получены значения $\bar{K}_b = 1 - 1,175v = 0,71... 0,94$. Теперь можно

объяснить большой разброс этих значений неоднородностью свойств бетона, которая характеризуется коэффициентом вариации v .

Отметим, что опытными значениям $\bar{K}_b = 0,78 - 0,83$, приведенным А.А.Гвоздевым, и расчетным значениям, определенным по формуле (1) $k_{bn} = 0,72 - 0,77$ соответствует коэффициент вариации прочности бетона $v = 0,135 - 0,2$.

Таблица 3 – Коэффициенты \bar{K}_b и k_{bn}

Параметры	Коэффициент вариации v					
	0,05	0,1	0,135	0,15	0,2	0,25
k_{bn}/\bar{K}_b (4)	0,89	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95
\bar{K}_b (6)	0,94	0,88	0,84	0,82	0,77	0,71
k_{bn}	0,84	0,81	0,78	0,76	0,73	0,67

Приведем несколько примеров применения результатов исследования по определению призмной прочности бетона.

1. Известен только проектный класс бетона $B15$. При коэффициенте вариации $v = 0,135$ по таблице 3 коэффициент призмной прочности $k_{bn} = 0,78$. Вычисляем $R_{bn} = k_{bn}B = 0,78 \cdot 15 = 11,7$ МПа. При традиционном решении при $B15$ по табл. 1 $R_{bn} = 11$ МПа.

2. При обследовании установлено среднее значение $R = 15$ МПа. При $v = 0,135$ по табл. 3 коэффициент призмной прочности $k_{bn} = 0,78$. Вычисляем $B = 15(1 - 1,64 \cdot 0,135) = 11,7$ МПа и $R_{bn} = 0,78 \cdot 11,7 = 9,1$ МПа. При традиционном решении при $B11,7$ по табл. 1 $R_{bn} = 8,7$ МПа.

3. При обследовании установлено среднее значение $R = 15$ МПа и $v = 0,1$. По табл. 3 коэффициент призмной прочности $k_{bn} = 0,81$. Вычисляем $B = 15(1 - 1,64 \cdot 0,1) = 12,5$ МПа и $R_{bn} = 0,81 \cdot 12,5 = 10,1$ МПа. При традиционном решении при $B12,5$ по табл. 1 $R_{bn} = 9,25$ МПа.

4. В предыдущем примере $v = 0,2$. По таблице 3 коэффициент призмной прочности $k_{bn} = 0,73$. Вычисляем $B = 15(1 - 1,64 \cdot 0,2) = 10,1$ МПа и $R_{bn} = 0,73 \cdot 10,1 = 7,4$ МПа. При традиционном решении при $B10,1$ по таблице 1 $R_{bn} = 7,6$ МПа.

Показательны примеры 3 и 4, сравнение результатов которых показывает, что реализация предлагаемой модели является стимулом повышения качества бетона в конструкциях. В таблице 4 приведены значения масштабных коэффициентов, умножением на которые можно перейти от призмной прочности к кубиковой в зависимости от гибкости образца.

Значения коэффициентов для кубов (при $\lambda = 1$) и цилиндров (при отношении высоты к диаметру основания $\lambda = 2$) приняты по [1], остальные данные получены делением коэффициентов при $\lambda = 1$ на средние коэффициенты призмной прочности \bar{K}_b , заимствованные из источника [8] и приведенные в таблице 2.

Таблица 4 – Масштабные коэффициенты

Гибкость образцов	Длина ребра кубика (диаметр основания цилиндра), мм			
	100	150	200	300
Призма $\lambda = 1$ (куб)	0,95	1,0	1,05	1,1
Призма $\lambda = 2$	1,12	1,18	1,24	1,29
Призма $\lambda = 3$	1,19	1,25	1,31	1,38
Призма $\lambda = 4$	1,27	1,33	1,4	1,47
Цилиндр $\lambda = 2$	1,16	1,2	1,24	1,28

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что системные модели прочности бетона справедливы и для цилиндрических образцов. Это подтверждается близостью или совпадением значений масштабных коэффициентов для призм и цилиндров при одинаковой гибкости λ .

Заключение

Таким образом, применение системных моделей при анализе результатов испытаний различных образцов бетона позволяет уточнить значения переводных коэффициентов. Основная особенность системных моделей заключается в учёте зависимости прочностных параметров от

изменчивости свойств бетона, которая подтверждается опытными данными. Если известен коэффициент вариации прочности бетона, то в ряде случаев можно получить более эффективное решение по сравнению с традиционными методами.

Библиографический список

1. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Стандартинформ, 2013. – 30 с.
2. СП 63.13330-2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: ФАУ «ФЦС», 2013. – 156 с.
3. Мкртчян, А.М. О коэффициенте призмной прочности высокопрочных бетонов / А.М. Мкртчян, В.Н. Аксенов – Электрон. дан. // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 3.
4. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦПП, 2003. – 27 с.
5. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2005. – 12 с.
6. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций / А.А. Гвоздев, С.А. Дмитриев, Ю.П. Гуца и др.; под ред. А.А. Гвоздева. – М.: Стройиздат, 1978. – 204 с.
7. Краснощеков, Ю.В. Системные модели прочности бетонных образцов / Ю.В. Краснощеков // Бетон и железобетон. – 1996. – № 5. – С. 19-21.
8. Рибицки, Р. Повреждения и дефекты строительных конструкций / Рибицки Р.; пер. с нем. К.Ф. Плитта; под ред. И.А. Физделя. – М.: Стройиздат, 1982. – 432 с.
9. Шпете, Г. Надежность несущих строительных конструкций / Г. Шпете; пер. с нем. О.О. Андреева. – М.: Стройиздат, 1994. – 288 с.
10. Ржаницын, А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / Ржаницын А.Р. – М.: Стройиздат, 1978. – 239 с.
11. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион; под ред. Э.К. Лецкого. – М.: Изд. «Мир», 1980. – 610 с.

SYSTEM MODEL RATIO PRISM STRENGTH OF CONCRETE

Yu.V. Krasnoschekov

Abstract. The results of the research strength of the concrete in the construction using a systematic approach. It is shown that the current model of the prize-strength variable with the empirical dependence of the concrete class does not take into account the effect of the variability of the strength of concrete. A probabilistic model coefficient prism strength given its dependence on the concrete homogeneity.

Keywords: reinforced concrete structures, concrete strength, etc., of prism, prismatic coefficient of strength calculation model, a systematic approach.

References

1. GOST 10180-2012. *Betony. Metody opredelenija prochnosti po kontrol'nym obrazcam* [State standard 10180-2012. Concretes. Methods for determining the strength of the control samples]. Moscow, Standartinform, 2013. 30 p.
2. SP 63.13330-2012. [Sp 63.13330-2012. Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions. Actualized-suite SNIP 52-01-2003 revision]. Moscow, FAU «FCS», 2013. 156 p.
3. Mkrтчjan A.M., Aksenov V.N. *O koefefficiente prizmennoj prochnosti vysokoprochnyh betonov* [On the coefficient of the prism strength of high-strength concrete]. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2013, no 3.
4. SP 13-102-2003. *Pravila obsledovanija nesushhih stroitel'nyh konstrukcij zdanij i sooruzhenij* [SP 13-102-2003. Terms examination bearing structures of buildings and structures]. Moscow, FGUP CPP, 2003. 27 p.
5. GOST 24452-80. *Betony. Metody opredelenija prizmennoj prochnosti, modulja uprugosti i koefefficienta Puassona* [State standard 24452-80. Concretes. Methods for determining the prism strength, elastic modulus and Poisson coefficient]. Moscow, FGUP Standartinform, 2005. 12 p.
6. Gvozdev A.A., Dmitriev S.A., Gushha Ju.P. *Novoe v proektirovanii betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij* [New in the design of concrete and concrete constructions]. Moscow, Strojizdat, 1978. 204 p.
7. Krasnoschekov Ju.V. *Sistemnye modeli prochnosti betonnyh obrazcov* [System model of strength of concrete samples]. *Beton i zhelezobeton*, 1996, no 5, pp. 19-21.
8. Ribicki R. *Povrezhdenija i defekty stroitel'nyh konstrukcij* [Damage and defects in building constructions]. Moscow, Strojizdat, 1982. 432 p.
9. Shpete G. *Nadezhnost' nesushhih stroitel'nyh konstrukcij* [Reliability bearing structures]. Moscow, Strojizdat, 1994. 288 p.
10. Rzhanicyn A.R. *Teorija rascheta stroitel'nyh konstrukcij na nadezhnost'* [The theory calculation of building structures on the reliability]. Moscow, Strojizdat, 1978. 239 p.
11. Dzhonson N., Lion F. *Statistika i planirovanie jeksperimenta v tehnikе i nauke. Metody obrabotki dannyh* [Statistics and experimental design in engineering and science]. Moscow, Izd. Mir, 1980. 610 p.

Краснощеков Юрий Васильевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Строительные конструкции», ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: uv1942@mail.ru).

Krasnoschekov Yury Vasilyevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, the associate professor, The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: uv1942@mail.ru).

УДК 721.02

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «КУБ 3V» ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ВЫПУСКА 30 000 КВ. М ЖИЛОЙ ПЛОЩАДИ В ГОД

В.А. Попов, В.А. Казаков, А.Ф. Андриюшенков, Н.С. Воловник
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье представлены результаты патентного поиска по технологии изготовления сборных конструкций для безригельных каркасов жилых зданий. Рассмотрены преимущества технологии монтажа зданий по прогрессивной строительной системе «КУБ 3V». Предложены варианты организации работ по изготовлению конструкций данной системы. Рассмотрено строительство нового завода по производству изделий, предложена модернизация существующих заводов. В основу технологии изготовления взята запатентованная поточная линия СЛ-7. Выполнено экономическое обоснование предложенных вариантов и обозначены пути реализации предлагаемых решений.

Ключевые слова: изготовление сборных конструкций для строительной системы «КУБ 3V», поточная линия СЛ-7, стоимость предлагаемых к реализации решений.

Введение

Данная статья содержит материалы для технологических разработок способов производства железобетонных изделий (ЖБИ) строительной системы «КУБ 3V» и последующего монтажа конструкций с оценкой стоимости вариантов проектов. Материалы подготовлены по заказу ООО «ПЦ» Сибпроект». Технологию строительства жилых и общественных зданий по строительной системе «КУБ 3V» можно назвать прогрессивной, так как она обладает целым рядом преимуществ, что сделало ее популярной не только в России, но и за рубежом. Эта система сейчас широко используется в Европе, а именно во Франции и Испании.

В России используют систему и «КУБ-2.5» и «КУБ 3V» в различных регионах. Наибольшие объемы работ с использованием данной технологии в Нижнем Новгороде, Красноярске, Барнауле, Москве и Санкт-Петербурге. Главным плюсом данной прогрессивной технологии является то, что она повышает значительно надежность возводимых зданий.

Организация производства сборных железобетонных конструкций строительной системы «КУБ 3V»

Возведение жилых зданий по данной строительной системе позволяет минимизировать затраты на возведение каркаса в целом, позволяет использовать мощности местных заводов ЖБИ, а также мощности производителей местных

конструкционных материалов. Технология возведения зданий по строительной системе «КУБ 3V», дает высокое качество производства работ, обеспечивает безопасность работ при монтаже надколонных плит, увеличивает прочность стыка смежных плит, сокращает время возведения каркаса здания без увеличения себестоимости строительства при надлежащей надежности конструкции каркаса в целом. Но вопросы внедрения прогрессивной технологии сложны, так как необходимо строительство либо новых заводов по производству конструкций системы, либо модернизация заводов существующих. В настоящее время правообладателем и патентообладателем системы «КУБ 3V» является ООО «СИСТЕМА СТРОЙ», которая реализует свои исключительные права путем заключения лицензионных договоров на проектирование, строительство и изготовление конструкций строительной системы «КУБ 3V» [1,2,3,4]. Система «КУБ 3V» объединяет в себе все лучшее от ранее существующих вариантов и разработана для строительства зданий до 25 этажей и выше в I-IV климатических районах в обычных условиях и условиях повышенной сейсмичности до 8 баллов. Строительная система «КУБ 3V» – система, где впервые для монтажа плит перекрытия сборного безригельного каркаса применяют кондуктор и сборный опорный столик. Кондуктор и опорный столик являются изобретениями [1]. Остановимся подробнее на вопросах

изготовления сборных конструкций данной строительной системы.

Разработчик системы «КУБ-3V», при организации нового производства, предлагает разработанную технологическую стантовую линию «СЛ-7». Это новая разновидность технологии производства крупногабаритных железобетонных изделий. Её основные преимущества: а) возможность распалубки изделий с помощью грузоподъемных механизмов, исключая ручной труд, путем использования нового запатентованного трехшарнирного механизма, который расположен на зеркале поддона и крепится к бортам металлоформы; б) возможность использования для термической обработки заформованных изделий различных тепловых носителей. Тепловыми носителями для термической обработки изделий может быть горячее масло или горячая вода, циркулирующая по регистрам, которые расположены под формовочным листом вдоль всего станда. Можно так же использовать для этих целей легкие металлические конструкции, покрытые теплозащитной тканью, которые

устанавливаются поверх заформованных изделий вдоль всего станда и под которые направляют тепловой носитель, вырабатываемый либо парогенератором, либо газогенератором, либо тепловыми пушками. Г.М. Вилекжанин - автор стантовой линии для формования ЖБИ. (патент № 108733 от 27.09.2011 г.) [5]. На рисунке 1 показана схема формовочного пролета со стантовой линией «СЛ-7» для строительства железобетонного каркаса жилых домов общей жилой площадью 30 000 кв. метров в год. Размер первой части формовочного цеха для размещения стантовых форм (изготовление плит перекрытия, колонн и железобетонных связей) составляет 80x18 метров. Отметка уровня головки рельса подкрановой балки не менее 7,0 м. Во второй части цеха размерами 64x18 метров предполагается разместить поточно-агрегатную технологию производства доборных элементов (лестничные марши, площадки, плиты лоджий и балконов, электропанели, элементы стен и перегородок). Таким образом, общий размер формовочного цеха составит 144x18 метра.

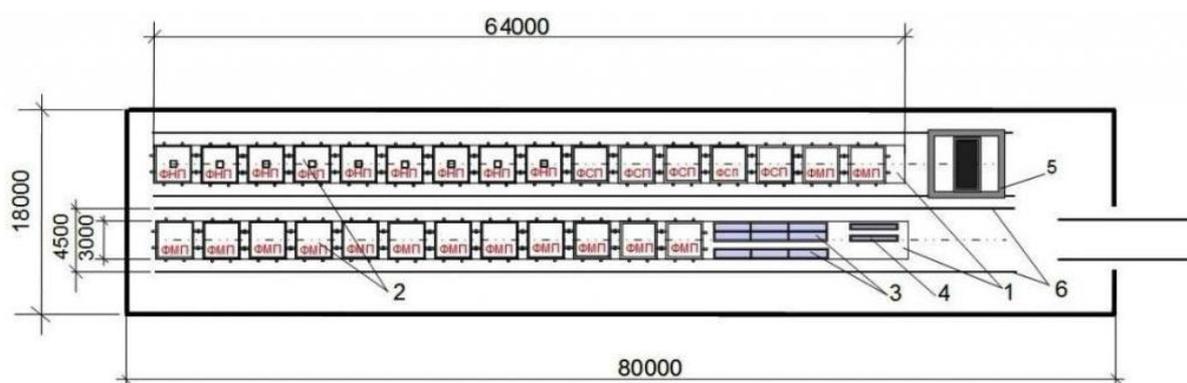


Рис. 1. Схема формовочного пролета стантовой линии «СЛ-7» с годовым выпуском ж/б изделий, позволяющим обеспечить строительство жилых домов общей площадью 30 000 м².

- 1) стантовая линия СЛ-7; 2) бортоснастка панелей перекрытия; 3) бортоснастка колонн; 4) бортоснастка связи; 5) Бетонукладчик; 6) рельсы.

Линия «СЛ-7» (патент № 108733) [5] состоит из формовочного листа (рис. 2, 3) под ним расположен слой тяжелого бетона и арматурная сетка, поверх которой расположены трубы (регистры), под ними уложен пенобетон или керамзитобетон по краям которых вдоль всей дины стантовой линии уложен армированный металлическим каркасом тяжелый бетон, поверх которого установлены рельсы для универсального вибробетонукладчика. На формовочном листе установлены металлические формообразующие борта, прижимные

устройства (патент № 120123)[6] и устройства открывания бортов, при этом для открывания поперечных бортов применяют устройство в виде спаренного или одиночного шарнирно-подъемного устройства, а для открывания продольных бортов применяют шарнирно-откидное или шарнирно-подъемное устройство. Для термообработки отформованных изделий применяют горячую воду, либо нагретое масло, которые пропускают через регистры расположенные под настилом [7,8].

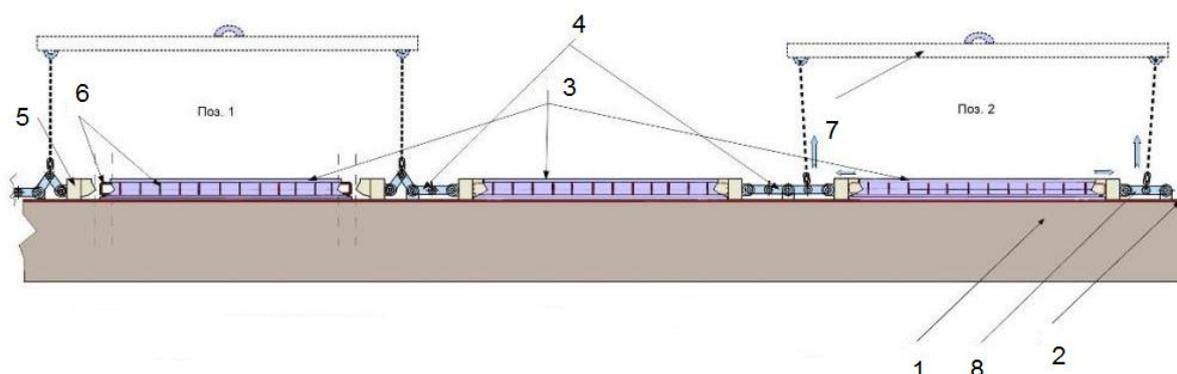


Рис. 2. Механизированное открывание бортов формы стеновой линии «СЛ-3V» для формовки плит перекрытия строительной системы «КУБ-3V».

Поз.1. Борты отведены от отформованного изделия. Поз. 2. Начало открывания формы. Примечание: продольные борты условно не показаны.

1. Основание стеновой линии. 2. Формовочный лист.
3. Плита перекрытия. 4. Спаренное шарнирно-подъемное устройство. 5. Поперечный борт.
6. Петлевые выпуски. 7. Траверса. 8. Шарнирно-подъемное устройство.

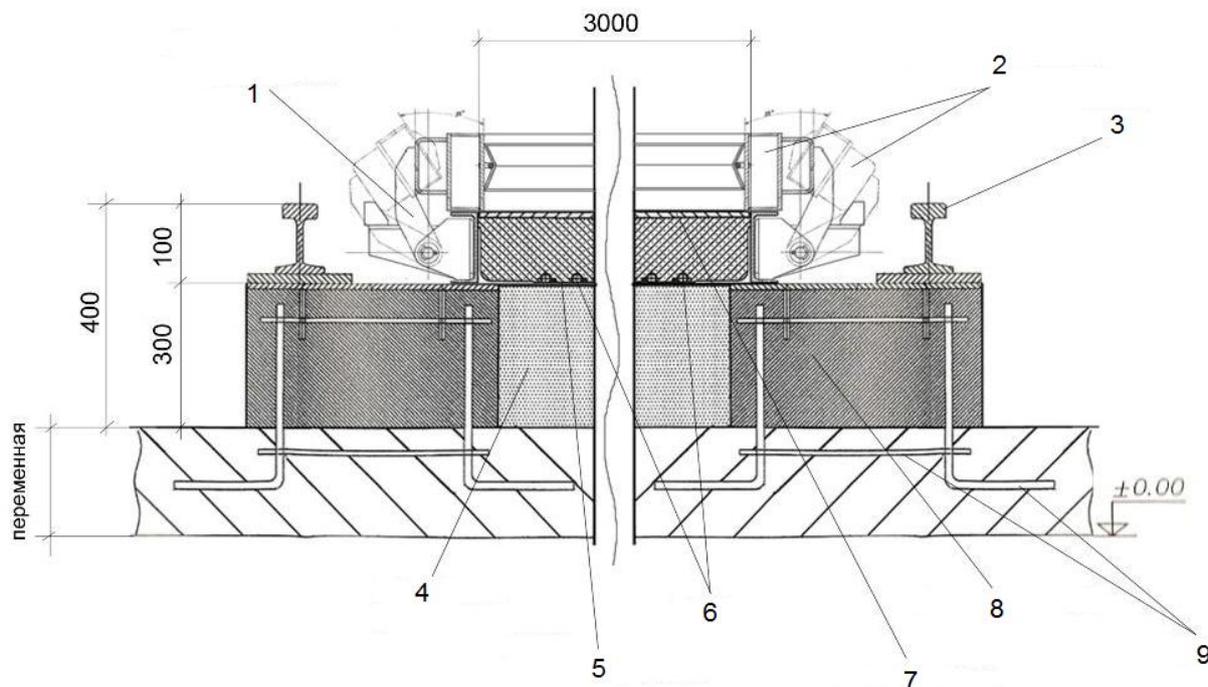


Рис. 3. Узлы и детали стеновой линии «СЛ-7» для формовки плит перекрытия строительной системы «КУБ-3V».

1. Шарнирно-откидное устройство. 2. Продольный борт. 3. Рельсы. 4. Пенобетон (керамзитобетон).
5. Арматурная сетка. 6. Трубы. 7. Лист формовочный. 8. Бетон тяжёлый. 9. Каркас.

Технологический процесс формовки состоит из следующих отдельных участков, позволяющих организовать производство ЖБИ системы «КУБ-3V» из расчета 30 000 м² жилья в год (таблица 1). Варианты

стоимости проекта по организации производства ЖБИ системы КУБ-3V из расчета 30 000 м² жилья в год приведены в таблице 2.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Таблица 1 – Комплект технологических участков, необходимых для организации производства ж/б изделий системы «КУБ-3V» из расчета 30 000 м² жилья в год

№ п/п	Наименование цеха, его характеристика	Размеры цеха или участка (lxbxh), м	Ед. изм.	Производительность в			Примечание
				год	месяц	сутки	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Формовочный цех	144x18x10	м ²	30000	2500	113	
1.1.	Участок ж/б плит, колонн и связей	80x18x10	м ³	6000	500	23	Нормативный съем с 1м ² цеха равен 10 м ³ ЖБИ в год
1.2.	Участок ж/б доборных маршей, площадок, лифтовых шахт, стеновых блоков, вентблоков	64x18x10	м ³	6000	500	23	
Всего по п.1.1. и п.1.2.			м ³	12000	1000	46	
2.	Арматурный участок (правка, чистка, мерная резка арматуры, гнутье, сварка сеток и каркасов, изготовление закладных деталей...)	42x18x10	т	600	50	2,3	Минимальная площадь арматурного участка принята из технологических соображений
3.	Бетоносмесительный цех с адресной подачей смеси и отделением химических добавок. Производительность по цеховому бетону 60 м ³ /см, товарному бетону до 40 м ³ /см	18x17,5x16	м ³	26400	2200	До 100	Инвентарная бетонораствор осмесительная установка циклического действия производительность 20 м ³ /час
4.	Силосный склад цемента емкостью 80 т	2 силоса по 40 т. диаметром 3,0 м, высотой 12 м	т	6600-10560	550-880	25-40	Склад рассчитан на 2-3 суток работы цеха
5.	Склад инертных (песок, щебень) отдельностоящий или встроенный в теплый цех	3 отсека (2 щебень, 1 песок). Запас 600 т (375 м ³)	т	52800	4400	200	Склад с обогревом заполнителей на 3 суток работы цеха (600тонн)
6.	Склад готовой продукции и арматуры (СГП) с козловым краном	460x1,2x1,4 = 770 м ³ Размер 40x18 м	м ³	-	-	46x10с ут= 460 м ³	Склад рассчитан на 7-10 суток работы цеха
7.	Паросиловое хозяйство	-	т пара	2191	182,3	8,3	Потребность пара на технологию – 0,18 т/м ³ ЖБИ
8.	Водоснабжение.	-	т	2429	202,4	9,2	0,2 т/м ³ ЖБИ
9.	АБК	-	чел	-	-	24	В одну смену

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Таблица 2 – Варианты стоимости проекта организации производства ЖБИ системы КУБ-3V из расчета 30 000 м² жилья в год

№ п/п	Наименование затрат	Стоимость, млн.руб	Примечание
1	2	3	4
1. Стоимость лицензий на право пользования системой «Куб-3V»			
1.1.	Лицензионный договор на проектирование зданий и сооружений в системе «КУБ-3V»	0,5 млн. руб.	-
1.2.	Лицензионный договор с производителями ЖБИ на изготовление ж/б конструкций в системе «КУБ-3V»	0,3 млн. руб.	
1.3.	Лицензионный договор на строительство зданий и сооружений в системе «КУБ-3V»	0,4 млн. руб.	
2. Приобретение металлоформ для каркаса (плиты, колонны, связи)			
2.1.	Вариант изготовления <i>только</i> металлоформ каркаса для агрегатно-поточной технологии и размещения их на действующем заводе ЖБИ под 30 000 м ² общей жилой площади в год	Более 6,0 млн. руб.	Техническое перевооружение. При наличии действующего завода ЖБИ с полной инфраструктурой
3. Затраты на комплектацию нового завода			
3.1.	Формовочный цех		
3.1.1.	Строительство корпуса (18x144 м)	26,0 млн. руб.	Без технологического оборудования (10 тыс. руб./м ²)
3.1.2.	Устройство стенда (теплый пол, разводка труб, утепление, рельсовые пути...)	4,5 млн. руб.	2 линии длиной по 60 м
3.1.3.	Изготовление и монтаж: - бортоснастки стендовой линии «СЛ-3V»; - металлоформ доборных элементов (лестничные марши, лестничные площадки, перегородки, санкабины, балконы, лоджии...)	2,5 млн. руб. 0,6 млн. руб.	Для плит колонн и связей 30,6 тонны 6-8 тонн
3.1.4.	Приобретение формовочного оборудования (бетоноукладчик, заглаживающее устройство, кубеля, вывозные тележки, траверсы...)	0,8 млн. руб.	-
3.2.	Арматурный участок		
3.2.1.	Строительство корпуса	7,6 млн. руб.	Размер в плане 18x42м
3.2.2.	Приобретение и монтаж арматурного оборудования (правка, чистка, мерная резка арматуры, гнутье, сварка сеток и каркасов, сборка объемных каркасов, изготовление закладных деталей)	1,5 млн. руб.	-
3.3.	Бетономесительная установка (БСУ) (производительность 20 м ³ /час) с шеф-монтажем	4,7 млн. руб.	ОАО «Ярстройтехника»
3.3.1.	Доставка и монтаж БСУ	1,6 млн. руб.	-
3.3.2.	Приобретение и монтаж адресной подачи бетонной смеси	0,8 млн. руб.	-
3.4.	Силосный склад цемента емкостью 80 т	1,3 млн. руб.	2 силоса со шнековыми питателями
3.5.	Склад инертных строительство (10x30м)	1,2 млн. руб.	С подогревом заполнителей
3.6.	Склад готовой продукции (СГП) с козловым краном колея 16 м	2,3 млн. руб.	Открытая бетонная площадка
ИТОГО по п.3 (строительство нового завода)		55,4 млн. руб.	-

Примечание: 1. В данном обзоре (п. 3) не учтены стоимости объектов энергетического обеспечения проекта (ТП, паросиловое, компрессорное хозяйство и ремонтная база);

2. В обзоре затраты на организацию строительно-монтажного подразделения не указано.

Заключение

1. Строительная система «КУБ-3V» запатентована. Для приобретения лицензий на право производства ЖБИ и на строительство необходимо приобрести у авторов лицензии на сумму 1,2 млн. руб.

2. Технология производства ЖБИ на линии «СЛ-37» в специальных стендовых формах повышает качество ЖБИ, снижает

количество крановых операций, исключает ручные операции при распалубке изделий.

3. В рассматриваемых предложениях авторов «КУБа» предлагается оборудование только для производства ЖБИ каркаса (плиты и колонны). Для производства остальных ЖБИ (лестницы, балконы, лоджии стены...) потребуются дополнительные производственные мощности. Для освоения заводского производства ЖБИ имеется 4 пути. Первый путь: на существующем заводе ЖБИ с полной технологической инфраструктурой (формовочный, арматурный цех, БСО и т.д.) произвести техническое перевооружение, с заменой парка металлоформ. Потребуется не менее 6 млн. руб. на формы для изготовления ЖБК каркаса и 0,6 млн. руб. на формы «добора» (всего 6,6 млн. руб.). Но в этом случае Заказчик приобретает старую «советскую» поточно-агрегатную технологию. Второй путь: тоже, но без производства «добора». Конструкции лестничных маршей, площадок, лоджий, балконов приобретать у сторонних производителей. Третий путь: строительство нового завода для производства ЖБИ из расчета строительства 30 000 м² жилой площади в год по системе «КУБ-3V». Единовременные вложения в этом случае составят более 55 млн. руб. Четвертый путь: на существующих площадях действующего ЗЖБИ произвести реконструкцию отдельных технологических участков указанных в п. 3 таблицы 2. В этих случаях вложения могут составлять от 8,6 млн. руб. (п. 3.1.2+п. 3.1.3+п. 3.1.3) до 55 млн. рублей.

Библиографический список

1. Великжанин, Г.М. «КУБ-2,5» - успех конструктивной системы. [Электронный ресурс] / Великжанин Г.М. // Специализир. журнал Строительная Орбита. – 2011. – № 7. – С 5-6.- Режим доступа: <http://www.stroyorbита.ru/arhiv/1107/11-20.h> (дата обращения: 17.03.2015).
2. Полез. модель 100782: Бескапительный, безригельный каркас здания и узел соединения плит перекрытий / В.Г. Великжанин, Ю.Г. Великжанин; ООО «СИСТЕМА СТРОЙ»:№ 2010126997/03, заявл. 01.07.2010; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 36.
3. Полез. модель 102020: Узел соединения колонны и плиты перекрытия / Г.М. Великжанин; ООО «СИСТЕМА СТРОЙ»:№ 2010135239/03, заявл. 23.08.2010; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 4.
4. Полез. модель 105221: Форма для изготовления железобетонных изделий с устройством для механического открывания бортов / Г.М. Великжанин; ООО «СИСТЕМА СТРОЙ»:№ 2010140305/03, заявл. 01.10.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 16.

5. Полез. модель 108733: Стеновая линия для формования железобетонных изделий / Г.М. Великжанин; ООО «СИСТЕМА СТРОЙ»:№ 2011125519/03, заявл. 21.06.2011; опубл. 27.09.2011, Бюл. № 27.

6. Полез. модель 120123: Прижимное устройство / Г.М. Великжанин; ООО «СИСТЕМА СТРОЙ»:№ 2012116636/03, заявл. 26.04.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25.

7. СП 63.13330 - 2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – Введ. 2013-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – II, 67 с.: ил.

8. ГОСТ 10922 - 2012. Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязаные и механические соединения для железобетонных конструкций. Межгосударственный стандарт. Введ. 2013-07-01.- М.: Изд-во стандартов, 2013. - I, 58 с: ил.

THE ORGANIZATION OF MANUFACTURE OF PRECAST CONCRETE BUILDING SYSTEM "CUB 3V"

V.A. Popov, V.A. Kazakov,
A.F. Andruchenkov, N.S. Volovnik

Abstract. The article presents the results of a patent search for the manufacture of prefabricated technology bezrigelnyh carcasses of residential buildings. The advantages of the technology of installation buildings "KUB 3V" progressive construction system. Proposed for use in the Siberian region of the various options Works on manufacturing of construction of the system. We consider the construction of a new plant for the production of products, proposed modernization of existing plants. The basis of the patented manufacturing technology is taken beltline SL-7. Achieved eco-nomic justification of the proposed options and ways to implement the proposed marked-acceptable solutions.

Keywords: production of prefabricated elements for the construction of the system "CUBE 3V», the line of SL-7, the cost to implement the proposed solutions.

References

1. Velikzhanin G.M. KUB-2,5 - uspeh konstruktivnoj sistemy [KUB-2.5 - the success of the structural system]. *Stroitel'naja Orbitsa*, 2011, no 7. Available at: <http://www.stroyorbита.ru/arhiv/1107/11-20.h>- treatment (accessed 03.17.2015).
2. Velikzhanin V.G., Velikzhanin Y.G. *Beskapitel'nyj, bezrigel'nyj karkas zdaniya i uzел soedinenija plit perekrytij* [Beskapitelny, bezrigelny building frame and node connections slabs]. Patent RF, no 2010126997, 2010.
3. Velikzhanin G.M. *Uзел soedinenija kolonny i plity perekrytija* [Node column joints and slabs]. Patent RF, no 2010135239, 2010.
4. Velikzhanin G.M. *Forma dlja izgotovlenija zhelezobetonnyh izdelij s ustrojstvom dlja mehanicheskogo otkryvanija bortov* [The form for the manufacture of concrete products with a device for

mechanical opening of boards]. Patent RF, no 2010140305, 2010.

5. Velikzhanin G.M. *Stendovaja linija dlja formovanija zhelezobetonnyh izdelij* [Poster line for molding concrete products]. Patent RF, no 2011125519, 2011.

6. Velikzhanin G.M. *Prizhimnoe ustrojstvo* [Pressing device] Patent RF, no 2012116636, 2012.

7. *Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii. Osnovnye polozhenija* [Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions]. SP 63.13330 - 2012. - Enter. 01/01/2013. Moscow, Izd-vo Standartov, 2013. 67 p.

8. GOST 10922 – 2012. *Armaturnye i zakladnye izdelija, ih svarnye, vjazanye i mehanicheskie soedinenija dlja zhelezobetonnyh konstrukcij. Mezhhgosudarstvennyj standart* [State standard 10922-2012. Reinforcement and embedded products, their welded, woven and mechanical connections for concrete structures. Interstate standards]. Moscow, Izd-vo Standartov, 2013. 58.

Попов Василий Анатольевич (Россия, г. Омск) – старший преподаватель кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: technolog-omsk@rambler.ru).

Казakov Виталий Анатольевич (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент, и.о.зав. кафедрой «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Андрюшенков Александр Федорович (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

Воловник Наталья Сергеевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

Popov Vasily Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – senior teacher of "Organization and Technology of Construction" department The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: technolog-omsk@rambler.ru).

Kazakov Vitaly Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Andryushenkov Alexander Fedorovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

Volovnik Natalya Sergeevna (Russian Federation, Omsk) – the associate professor The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

УДК 691

ВЛИЯНИЕ МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ПЕСКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ДОБАВОК-РАЗЖИЖИТЕЛЕЙ

Ш.М. Рахимбаев, Н.М. Толыпина, Е.Н. Хахалева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Белгород, Россия

Аннотация. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что на эффективность действия пластифицирующих добавок в мелкозернистых смесях оказывает влияние не только вид и расход вяжущего, но и мелкий заполнитель. Исследовано влияние комплексных добавок на реологические свойства бетонной смеси и физико-химические процессы взаимодействия с цементной матрицей бетона. Установлено, что управляя процессами адсорбции положительно заряженных пленок на поверхности частиц кварцевого песка, можно повысить эффективность супер- и гиперпластификаторов.

Ключевые слова: кварцевый песок, вяжущее, мелкозернистые смеси, суперпластификатор, гиперпластификатор, разжижающая способность.

Введение

В настоящее время актуальна разработка новых инновационных добавок и методик, используемых в производстве бетона.

Известно, что на эффективность супер- и гиперпластификаторов большое влияние оказывает вид вяжущего, его минеральный состав и другие характеристики [1-3]. Влияние

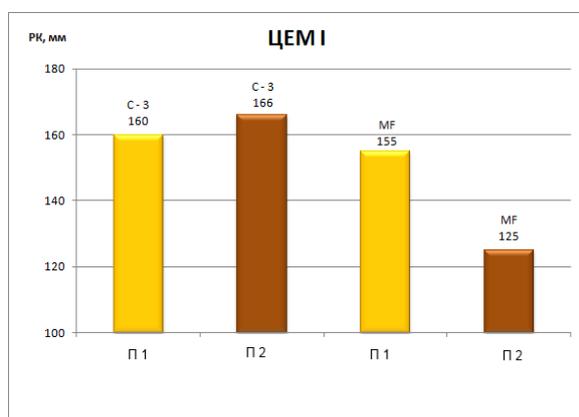
мелкого заполнителя из песка на разжижающую способность добавок пластифицирующего действия мало исследовано [4]. Данная работа посвящена этому вопросу.

Влияние мелкого заполнителя на эффективность действия СП и ГП

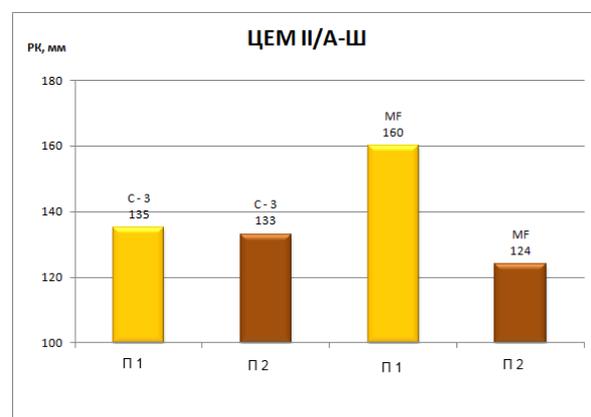
В качестве объекта исследований использовали пески Нижнеольшанского (песок 1 – светлый) и Безлюдовского месторождений (песок 2 – желтой окраски, что обусловлено наличием адсорбированных на поверхности его частиц пленок из оксидов и гидроксидов железа). В качестве вяжущих использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н

ЗАО «Белгородцемент» и портландцемент ЦЕМ II/A-Ш 42,5 Н «Себряковцемент».

На контрольном составе (Ц:П=1:3) с чистым песком было установлено водоцементное отношение, обеспечивающее нормальную густоту цементно-песчаной смеси по ГОСТ 310.4-86, при этом расплыв конуса (РК) составил 113 мм. В качестве суперпластификаторов использовали С-3 (0,6 %) и Melflux (0,3 %). Результаты исследований показали, что их эффективность действия зависит не только от вида вяжущего, что общеизвестно, но и от применяемого песка, что является новым, малоисследованным фактом (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Влияние вида вяжущего на эффективность действия супер- и гиперпластификатор: а) – ЦЕМ I 42,5 Н ЗАО «Белгородцемент»; б) – ЦЕМ II/A-Ш 42,5 Н «Себряковцемент»

Как видно из приведенных на рисунках 1,а данных, замена песка 1 на песок 2 в смеси на ЦЕМ I, привела к неожиданному результату: эффективность суперпластификатора С-3 осталась практически без изменений (увеличилась на 4 %), в то время как у Melflux уменьшилась приблизительно на 20 %. Аналогичная зависимость наблюдается при использовании портландцемента ЦЕМ II/A-Ш «Себряковцемент»: эффективность суперпластификатора С-3 практически не изменилась, в то время как у Melflux уменьшилась приблизительно на 22 % (рисунок 1,б).

Эти данные позволяют сделать вывод, что суперпластификатор С-3 чувствителен к виду вяжущего, но малочувствителен к песку; гиперпластификатор Melflux ведет себя наоборот – его эффективность очень сильно зависит от вида песка, но мало – от вида вяжущего. При смешивании только песка 1 (без добавления вяжущего) с растворами Melflux и С-3 в пропорции В/Т=0,11 при равных дозировках добавок (1% от массы песка) установлено, что Melflux повышает

текучесть песка на 8 % (РК увеличивается от 130 до 142 мм), в то время как С-3 не оказывает влияния на РК. Это свидетельствует о том, что адсорбционные слои на поверхности частиц кварцевого песка влияют на разжижающую способность добавок пластифицирующего действия по-разному, в зависимости от природы добавок.

Суперпластификатор С-3 эффективно (приблизительно на 30 %) разжижает мелкозернистую смесь на вяжущем ЦЕМ I (Белгородцемент), независимо от вида песка, в то время как на вяжущем ЦЕМ II (Себряковцемент) разжижающий эффект незначителен – 15 %. У Melflux эффективность на песке с малым содержанием примесей повышается на 30 %, а при переходе на песок с высоким содержанием железистых примесей разжижающая способность возрастает всего на 12-15 %, независимо от вида цемента.

Песок с малым содержанием примесей из пленок оксидов и гидроксидов железа имеет преимущественно электроотрицательный заряд поверхности, поэтому плохо

адсорбирует анионоактивные супер- и гиперпластификаторы. В таком случае модификация поверхности частиц кварцевого песка растворами солей 2-х и 3-х валентных катионов позволит повысить разжижение бетонных смесей с помощью анионного суперпластификатора.

После модифицирования песка 1 неорганическими солями (F1, F2 и F3)

разжижающая способность суперпластификатора С-3 на вяжущем ЦЕМ II значительно возрастает. При дозировках неорганических добавок 0,03-0,1 % от массы песка разжижающий эффект повышается до 20 %, что свидетельствует о проявлении синергетического эффекта. Результаты эксперимента приведены на рисунке 2.

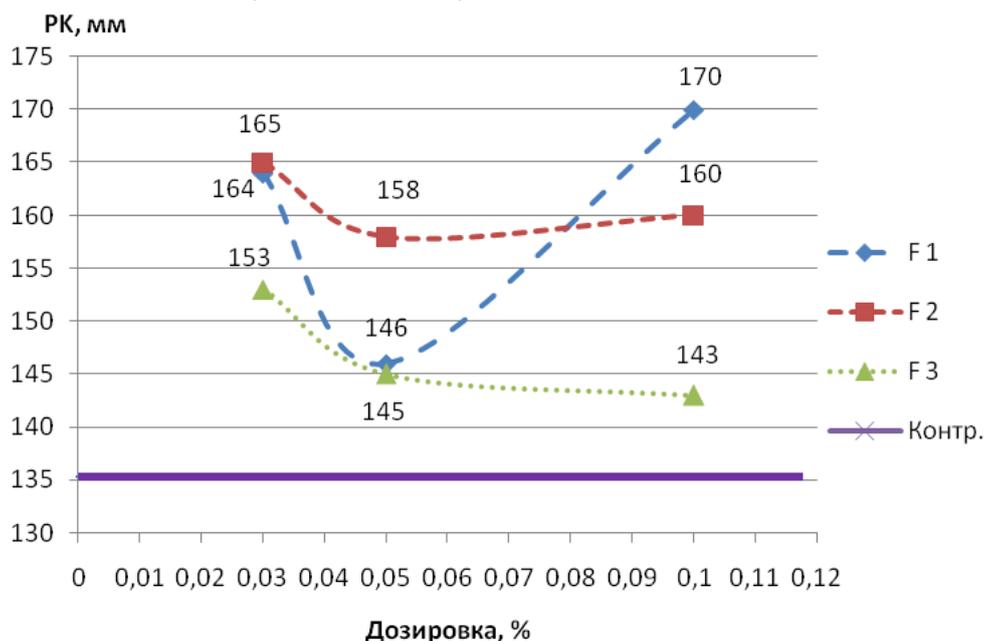


Рис. 2. Влияние неорганических модификаторов на эффективность действия суперпластификатора С-3

Melflux эффективно разжижает смеси из ЦЕМ II и песка 1 (ПК=160 мм), добавление в такие смеси неорганических модификаторов

снижает или дает незначительное повышение разжижающей способности на 5-10 % (рис. 3).

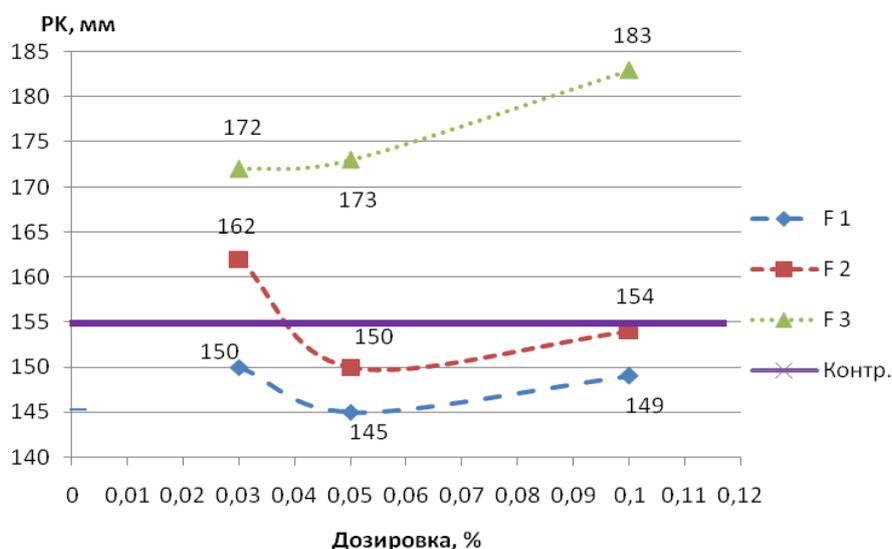


Рис. 3. Влияние неорганических модификаторов на эффективность действия гиперпластификатора Melflux

Влияние комплексных добавок на прочностные характеристики бетона

Известно, что применение супер- и гиперпластификаторов позволяет уменьшить водопотребность бетонных смесей, и тем самым, увеличить прочностные характеристики бетона [5-8].

Авторами были проведены экспериментальные исследования по

изучению прочности образцов мелкозернистого бетона без снижения водоцементного отношения.

Из приготовленной смеси формовали образцы-балочки 2,5х2,5х10 см, которые после пропаривания при температуре 80 °С испытывали на прочность при сжатии. Результаты испытаний приведены на рисунках 4, 5.

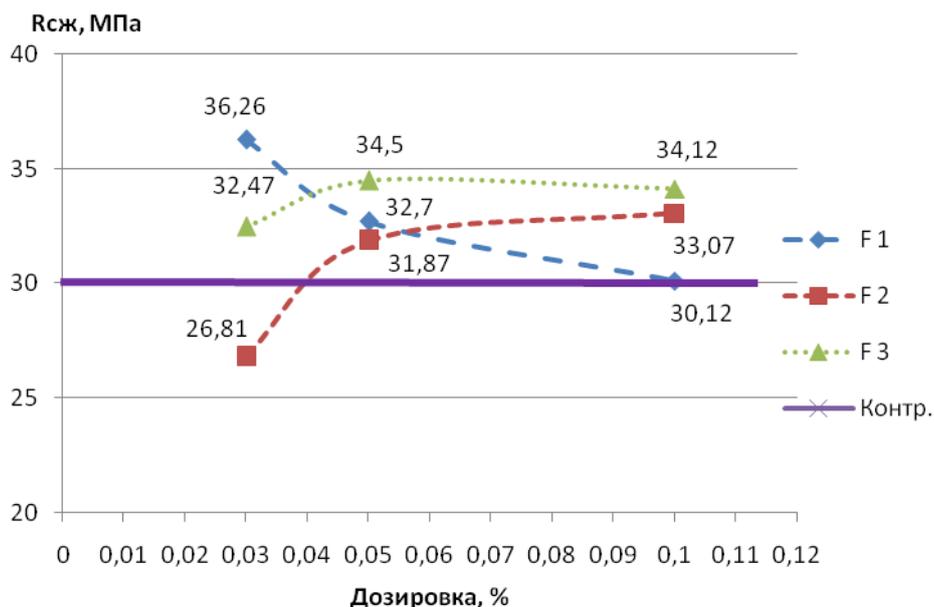


Рис. 4. Влияние неорганических модификаторов+ Melflux на прочность мелкозернистого бетона

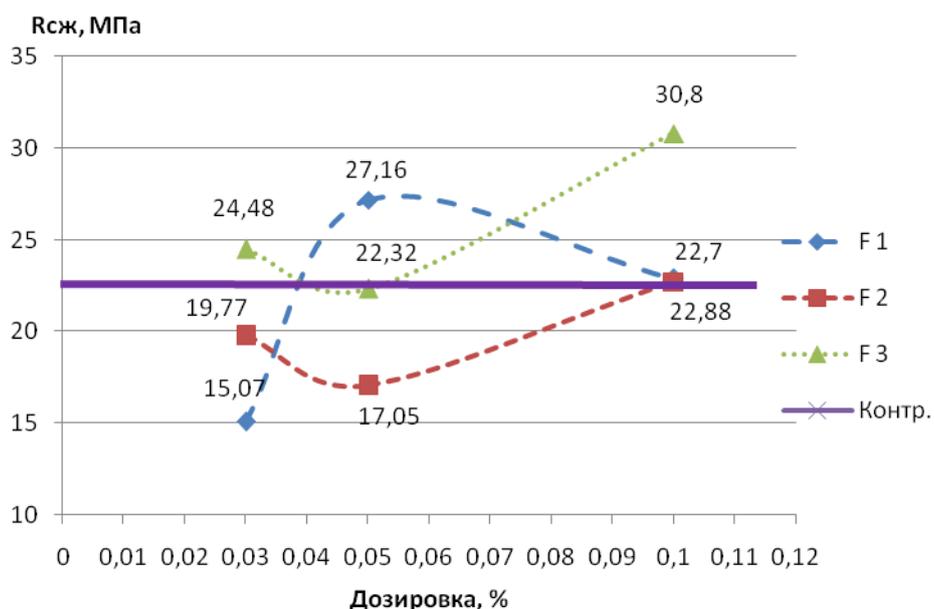


Рис. 5. Влияние неорганических модификаторов+ C-3 на прочность мелкозернистого бетона

Как видно из приведенных данных, использование гиперпластификатора поликарбоксилатного типа повышает предел прочности мелкозернистого бетона при сжатии на 25 % по сравнению с составами с добавкой суперпластификатора С-3 при одинаковом значении В/Ц=0,5 (по данным контрольных составов).

При этом ввод электролита вместе с добавкой С-3 повышает прочность при сжатии мелкозернистого бетона до 35 %. При использовании смеси неорганических модификаторов+ Melflux прочность при сжатии мелкозернистого бетона повышается на 18 %.

Таким образом, установлен важный в практическом отношении результат, заключающийся в том, что не только вид вяжущего оказывает влияние на эффективность действия разжижителей, но и мелкий наполнитель.

Применение неорганических модификаторов песка может усиливать эффективность действия разжижителей на 10-20 % и одновременно повышать прочность на 20-30 %.

Заключение

Таким образом, выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. На эффективность действия добавок пластифицирующего действия оказывает влияние не только вид и расход вяжущего, но и применяемый кварцевый песок, к особенностям которого можно отнести наличие на поверхности зерен песка адсорбированных пленок из оксидов и гидроксидов железа и алюминия, оказывающих влияние на реологические свойства бетонной смеси и физико-химические процессы взаимодействия с цементной матрицей бетона.

2. Суперпластификатор С-3 чувствителен к виду применяемого вяжущего, но мало чувствителен к виду мелкого наполнителя. Суперпластификатор С-3 разжижает бетонную мелкозернистую смесь на 30 % на вяжущем ЦЕМ I (Белгородцемент), но мало разжижает на вяжущем ЦЕМ II (Себряковцемент) – на 15 %. В то же время гиперпластификатор Melflux проявляет большую чувствительность к пескам, но мало зависит от вида применяемого вяжущего. Разжижает смеси на светлом песке на 30 %, а при переходе на желтый песок разжижающая способность снижается до 12 %.

3. Мелкозернистый бетон на вяжущем ЦЕМ II (Себряковцемент) эффективно

разжижаются суперпластификатором С-3 и неорганическими модификаторами до 30 %. Применение добавки гиперпластификатора Melflux в смесях на песке 1 без примесей совместно с электролитами малоэффективно.

4. Управляя процессами адсорбции положительно заряженных пленок на поверхности частиц кварцевого песка, можно повысить эффективность супер- и гиперпластификаторов на 20 % и более, в зависимости от вида и дозировки добавки-электролита, валентности катиона, состава поверхности кварцевого песка.

5. Адсорбция на поверхности песка положительно заряженных двух- и трехвалентных катионов влияет на физико-химические процессы взаимодействия с цементной матрицей бетона, что способствует повышению прочности мелкозернистого бетона при сжатии до 30 %.

Библиографический список

1. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / В.Г. Батраков. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 768 с.
2. Вовк, А.И. Суперпластификаторы в бетоне: анализ химии процессов. Часть 2 / А.И. Вовк // Технологии бетонов. – 2009. – № 5. – С. 10–13.
3. Шаповалов, Н.А. Влияние СБ-3 и комплексных добавок на агрегативную и седиментационную устойчивость цементных суспензий / Н.А. Шаповалов, В.А. Ломаченко, Д.В. Ломаченко, Л.И. Яшуркаева, А.А. Гребенюк // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. – 2012. – № 4. – С.156–158.
4. Рахимбаев, Ш.М. Влияние электроповерхностных свойств наполнителя на разжижающую способность суперпластификатора С-3 / Ш.М. Рахимбаев, Н.М. Толыпина, Е.А. Гудкова // Техника и технология силикатов. – 2013. – т.20. №1. – С. 2–4.
5. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. – М.: изд-во АСВ, 2006. – 368 с.
6. Несветаев, Г.В. Гиперпластификаторы «Melflux» для сухих строительных смесей и бетонов / Г.В. Несветаев, А.Н. Давидюк // Строительные материалы. – 2010. – №3. – С. 38–39.
7. Батраков, В.Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы / В.Г. Батраков // Строительные материалы. – 2006. – № 10. – С. 4-7
8. Несветаев, Г.В. Эффективность применения суперпластификаторов в бетонах / Г.В. Несветаев // Строительные материалы. – 2006. – № 10. – С. 23-25.

INFLUENCE OF FINE AGGREGATE OF SAND ON THE EFFECTIVENESS OF ADDITIVES-THINNERS

Sh.M. Rakhimbaev, N.M. Tolypina, E.N. Hakhaleva

Abstract. Theoretically proved and experimentally confirmed that on efficiency of action of plasticizing additives in fine-grained mixtures will effectively impact not only the look and flow of the binder, but the type of applied fine filler. The influence of complex additives on the rheological properties of the concrete mix and physico-chemical processes of interaction with the cement matrix of concrete. Found that controlling the adsorption processes of positively charged film on the surface of particles of quartz sand, you can increase the effectiveness of high range plasticizers.

Keywords: quartz sand, a binder, a fine-grained mixture, a superplasticizer, hyper-plasticizer, thinning ability.

References

1. Batrakov V.G. *Modificirovannye betony. Teoriya i praktika* [Modified concretes. Theory and practice]. Moscow, izd-vo ASV, 1998. 768 p.
2. Vovk A.I. Superplastifikatory v betone: analiz himii processov. Chast' 2 [Superplasticizers in concrete: analysis of chemical processes. Part 2]. *Tehnologii betonov*, 2009, no 5. pp. 10–13.
3. Shapovalov N.A., Lomachenko V.A., Lomachenko D.V., Jashurkaeva L.I., Grebenjuk A.A. Vliyanie SB-3 i kompleksnyh dobavok na agregativnuyu i sedimentacionnuyu ustojchivost' cementnyh suspenzij [The Impact of SAT-3 and complex additives on the aggregative and sedimentation stability of cement slurries]. *Vestnik BGTU im. V.G.Shuhova*, 2012, no 4. pp.156–158.
4. Rahimbaev Sh.M., Tolypina N.M., Gudkova E.A. Vliyanie jelektropoverhnostnyh svoystv zapolnitelja na razzhizhajushuju sposobnost' superplastifikatora S-3 [Influence of electrical surface properties of the filler on thinning ability of superplasticizer C-3]. *Tehnika i tehnologija silikatov*, 2013, t.20, no 1. pp. 2–4.
5. Bazhenov Ju.M., Dem'janova B.C., Kalashnikov V.I. *Modificirovannye vysokokachestvennye betony* [Modified high-quality concrete]. Moscow, izd-vo ASV, 2006. 368 p.
6. Nesvetaev G.V., Davidjuk A.N. Giperplastifikatory Melflux» dlja suhih stroitel'nyh smesej i betonov [Melflux hyper softeners for dry construction mixes and concrete]. *Stroitel'nye materialy*, 2010, no 3. pp. 38-39.
7. Batrakov V.G. Modifikatory betona: novye vozmozhnosti i perspektivy [Concrete modifiers: new opportunities and prospects]. *Stroitel'nye materialy*, 2006, no 10. pp. 4-7
8. Nesvetaev G.V. Jefferktivnost' primenenija superplastifikatorov v betonah [Efficiency of use of supersofteners in concrete]. *Stroitel'nye materialy*, 2006, no 10. pp. 23-25.

Рахимбаев Шарк Матросулович (Белгород, Россия) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: tolypina.n@yandex.ru).

Толыпина Наталья Максимовна (Белгород, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: tolypina.n@yandex.ru).

Хахалева Елена Николаевна (Белгород, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: hahaleva@intbel.ru).

Shark M. Rakhimbayev (Belgorod, Russian Federation) – doctor of technical sciences, professor, department of construction materials science, products and structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov (308012, Belgorod, Kostyukov str., 46., e-mail: tolypina.n@yandex.ru)

Natalia M. Tolypina (Belgorod, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor, department of construction materials science, products and structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov (308012, Belgorod, Kostyukov str., 46, e-mail: tolypina.n@yandex.ru).

Elena N. Khakhaleva (Belgorod, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor, department of construction materials science, products and structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov (308012, Belgorod, Kostyukov str., 46, e-mail: hahaleva@intbel.ru).

УДК 628.7. 8

ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО БОРЬБЕ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Н.Б. Сакута¹, Ю.В. Коденцева², И.Н. Гайнулина³

¹ООО «Омскдорпроект», Россия, г. Омск; ²ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

³ФКУ «Центравтомагистраль», Россия, г. Москва.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы организации борьбы с зимней скользкостью в виде назначения стратегий по обеспечению требуемых показателей уровня содержания на автомобильных дорогах. В качестве исследовательской задачи авторами была сформулирована и определена концептуальная модель организации борьбы с зимней скользкостью с учетом выявления основных качественных характеристик и факторов зимнего периода содержания дорог. В заключении авторами уточнены три основные стратегии борьбы с зимней скользкостью и намечены пути для дальнейшего исследования.

Ключевые слова: зимнее содержание дорог, зимняя скользкость, противогололедные материалы, стратегии борьбы с зимней скользкостью.

Введение

Быстрый рост автомобильного парка транспорта обеспечивающего как пассажироперевозки, так и грузоперевозки на сегодняшний день все больше предъявляет требования к повышению безопасности движения и обеспечению расчетной скорости транспортных потоков на автомобильных дорогах. Данные требования в большей степени предъявляются именно к условиям эксплуатации и тем самым к эффективности функционирования автомобильных дорог в течение всего года. Потребительские свойства дороги меняются по сезонам года. Наиболее сложным и ответственным является зимний период, к которому относится период года с момента перехода средней суточной температуры воздуха ниже 0°C к отрицательной осенью и до момента ее обратного перехода, через 0°C от отрицательной к положительной. Отличительной особенностью зимнего периода является образование на дорожной поверхности отложений снега и льда, в результате чего происходит резкое изменение условий взаимодействия автомобиля с дорогой. Для снижения негативного влияния данных образований на дорогах необходимо организовывать борьбу с зимней скользкостью, которая обеспечит транспортно-эксплуатационное состояние дорог, удовлетворяющее действующим требованиям и соответствующее заданному уровню содержания. Таким образом, задача совершенствования системы организации борьбы с зимней скользкостью является весьма актуальной и в связи с этим требует разработки научных методов её решения.

В настоящее время основными документами регламентирующие работы по зимнему содержанию автомобильных дорог являются ГОСТ Р 50597-93 [1], руководство [2] и еще ряд распорядительных приказов Минтранса РФ, касающихся требований и условий к круглогодичному содержанию автомобильных дорог. При этом в ГОСТе даны только требования к состоянию покрытия в зимний период и сроки ликвидации зимней скользкости на дорогах. В тоже время, в Руководстве [2], с точки зрения планирования работ по зимнему содержанию дорог не содержится рекомендаций по обоснованию сроков ликвидации зимней скользкости, применению наиболее эффективных машин для распределения материалов, определению дополнительного их количества в связи с моральным и физическим износом, обоснованию мощности и местоположения баз противогололедных материалов, установлению оптимальных норм запасов материалов и других задач, что еще раз доказывает актуальность рассматриваемого вопроса.

Вопросами планирования ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах занимался Бялбжевский Г. В. со своими учениками [3] более 50 лет назад и уже тогда решались вопросы эффективного управления и организации работ по зимнему содержанию дорог. В настоящее время вопросами организации работ по зимнему содержанию с точки зрения обоснованного и детального анализа метеорологической информации посвящены работы Самодуровой Т.В. [4,5]. С точки зрения проектно-ориентированного управления

содержанием дорог с учетом математического моделирования и современных информационных технологий посвящены работы проф. Бобровой Т.В. [6]. В работах Сакуты Н.Б. [7] отражаются вопросы оперативного анализа зимним содержанием дорог, которые представлены в виде расчета потребности в технике согласно технологической последовательности выполнения работ и назначенных маршрутов движения снегоуборочных машин при патрульной снегоочистке. В исследованиях Коденцевой Ю.В. [8] обоснование ресурсоемкости зимнего содержания дорог производилось с учетом районирования территорий по условиям зимнего производства работ на основе выделения комплексов по неблагоприятным метеорологическим факторам. Многообразие и многоплановость подходов к анализу зимнего периода производства работ по содержанию дорог еще раз доказывает необходимость комплексного учета всех показателей влияющих на транспортно-эксплуатационное состояние дорог и соответственно уровень транспортной доступности и безопасности движения.

Цель исследования: разработать концептуальную модель организации борьбы с зимней скользкостью с учетом определения закономерностей между исходными качественными характеристиками и факторами зимнего содержания дорог и назначения ограничений для производства работ в этом периоде.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: уточнить определение понятию организация борьбы с зимней скользкостью; охарактеризовать внешнюю среду, влияющую на условия движения по автомобильным дорогам; охарактеризовать и проанализировать нормативную базу по зимнему содержанию автомобильных дорог; определить закономерность между назначением стратегий организации борьбы с зимней скользкостью и ограничений по производству данных работ.

Формирование концептуальной модели

Решение задачи выбора оптимального способа борьбы с зимней скользкостью требует системного подхода, анализа всех подсистем, влияющих на организацию борьбы с зимней скользкостью, их взаимодействия и связей. На этой основе возможна разработка модели организации работ по борьбе с зимней скользкостью.

Прежде чем решать основную цель данного исследования следует четко дать определения основным понятиям, используемым при формировании концептуальной модели организации работ по борьбе с зимней скользкостью.

В общем понимании *организация* – это упорядоченная и согласованная совокупность отдельных процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого на основе определенных норм и правил. В свою очередь нами предложено под определением *организация работ по борьбе с зимней скользкостью* понимать выбор стратегии, направленной на обеспечение требуемых показателей уровня содержания автомобильных дорог с минимальными затратами.

При этом под *стратегиями* будем рассматривать планирование определенного вида деятельности связанного с производством работ по зимнему содержанию автомобильных дорог с учетом точных и достоверных метеорологических прогнозов.

Первым этапом построения модели является разработка концептуальной модели, которая представляет упрощенное, но адекватное описание качественных характеристик и факторов, их зависимостей и ограничений. Концептуальная модель является основой для разработки в дальнейшем математической модели.

Решение задачи организации работ по борьбе с зимней скользкостью возникает на различных уровнях управления дорожным хозяйством в системе Заказчик – Подрядчик: при разработке нормативов затрат и различных программ зимнего содержания; при распределении затрат зимнего содержания по видам работ исходя из фактического финансирования или результатов торгов; в проектах по реализации механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) и в вопросах обоснования и регулирования тарифных платежей для проезда по платным участкам дорог.

Так рассматривая уровни управления можно определить, что общепрофессиональное, методическое и инженерно-техническое руководство по организации зимнего содержания дорог общего пользования на первом высшем уровне управления осуществляет Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта РФ. Данный уровень управления позволяет определять основные требования

к содержанию дорог и регламентировать сроки ликвидации неблагоприятных последствий в зимний период.

На втором уровне управления организацию зимнего содержания дорог осуществляют специализированные государственные учреждения дорожного органа соответствующего уровня управления (ФУАД, ТУАД), которые распределяют средства на содержание дорог и контролируют качество и приемку выполняемых видов работ.

Исполнителями работ (третий уровень управления) по зимнему содержанию дорог общего пользования являются государственные унитарные предприятия (ГУП) или другие подрядные организации, за которыми закрепляются участки дорог для обслуживания. Они в зависимости от уровня материально-технического оснащения, финансовых, интеллектуальных и трудовых ресурсов формируют производственную программу производства работ, которая учитывает транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, метеорологические факторы и технологию производства работ.

Основное взаимодействие в системе Заказчик-Подрядчик при формировании и организации работ по зимнему содержанию дорог будут происходить между вторым и третьим уровнем управления. При этом взаимоотношения органов управления дорожным хозяйством - Заказчика с Исполнителями (подрядчиками) определяются Договором подряда на выполнение работ по содержанию автомобильных дорог.

В проектах, реализуемых в рамках ГЧП, стадия содержание дорог, как и стадии проектирования и строительства рассматриваются в рамках одного жизненного цикла, то есть государство на возмездной основе привлекает частного инвестора для создания инфраструктурного объекта на условиях разделения рисков, компетенций и ответственности с учетом законодательных и нормативных актов и условий контракта. Если сравнивать проекты, реализуемые с ГЧП и без него (традиционным способом), то можно проследить следующие тенденции. В проектах с ГЧП именно стадии эксплуатации дорог уделяется особое внимание, потому что именно в этот период идет основной доход от реализации проекта и все вложенные средства находят свои отражения в виде прибыли и окупаемости вложенных средств. Кроме этого, проекты ГЧП имеют в

основном одного исполнителя на всех этапах производства работ и тем самым сокращают риски некачественного выполнения работ на стадии строительства, что может позитивно отразиться на снижении затрат на стадии эксплуатации и приведет к увеличению дохода в период окупаемости. В отличие от проектов с ГЧП в проектах традиционного способа осуществления на всех стадиях формируются свои исполнители и зачастую, когда проект входит в стадию эксплуатации все дефекты и некачественные решения на предыдущих стадиях являются проблемами организаций занимающихся содержанием данных дорог. Поэтому для проектов с ГЧП вопросы организации работ по борьбе с зимней скользкости актуальны и еще раз доказывают необходимость глубокой проработки и изучения.

Автомобильные дороги, как объект организации, функционирует во внешней среде и подвергается воздействию метеорологических факторов и погодных явлений, которые в свою очередь вызывают формирование зимней скользкости.

Все виды зимней скользкости можно принципиально разделить на две группы: снежные отложения и обледенения. Условия их формирования на сегодняшний день достаточно хорошо описаны в следующих документах [2, 4, 5].

Существующими требованиями [9] по оценке уровня содержания дорог к состоянию покрытия в отношении зимней скользкости определены два состояния: «не допускается» с установленными сроками ликвидации последствий; допускается с установленными допусками и ограничениями.

Если рассматривать в данном нормативном документе допуски по зимней скользкости на дорогах, то речь в большей степени идет о первой группе факторов зимней скользкости – это снежные отложения, которые представлены в виде уплотненного снега с установленной предельной толщиной на автомобильных дорогах IV и V технических категорий. Исходя из практики зимнего содержания, слой уплотненного снега допустимой толщины поддерживается на покрытиях из неукрепленных каменных материалов и на грунтовых дорогах. В настоящее время, начиная с зимнего периода 2013-2014гг., проводится эксперимент по содержанию автомобильных дорог с усовершенствованным типом покрытия с низкой интенсивностью движения (менее 1000 авт/сут) под уплотненным снежным покровом. Поэтому вопрос выбора стратегии

работ по борьбе с зимней скользкостью такого типа имеет место для детального анализа и изучения.

Под *уплотненным снежным покровом* (УПС) понимается специально сформированный снежный слой на дорожном покрытии, который способен обеспечивать непрерывное и безопасное движение с установленными для холодного периода года скоростями. При этом данный слой имеет следующие параметры: плотностью более 0,5 г/см³; ровностью при измерении прибором ПКРС-2У не более 1200см/км; в зависимости от технической категории дорог (3, 4, 5 категории) изменяется толщина самого уплотненного слоя от 6 до 10см.

В содержании дорог под УСП включаются основные три позиции: непосредственно формирование снежного покрова; уход за данным видом покрытия (разравнивание, профилирование, повышение шероховатости); весенняя ликвидация УСП. Поэтому при назначении стратегий на выполнение работ по зимнему содержанию дорог данного типа необходимо в качестве ограничений рассматривать: 1) интенсивность движения по дороге; 2) температура воздуха и покрытия с учетом влажности воздуха; 3) способы повышения шероховатости покрытия (нарезка продольных бороздок; создание рифленой поверхности с помощью специального оборудования; свойства и нормы расхода фрикционных материалов); 4) способы ликвидации УСП в весеннее время (механический; химический; комбинированный).

Если рассматривать вторую группу зимней скользкости – это обледенения, то по предъявляемым требованиям к автомобильным дорогам не допускается их образование. При этом на стадии эксплуатации автомобильных дорог применяются химический, комбинированный и фрикционные способы борьбы с наступлением обледенений на дорогах [2].

Химический способ основан на использовании химических реагентов, обладающих способностью при контакте со снежно-ледяными отложениями переводить их в раствор, не замерзающий при отрицательных температурах.

Комбинированный способ (химико-фрикционный) предусматривает совместное применение химических и фрикционных противогололедных материалов (ПГМ).

Химический и комбинированный способы направлены на предупреждение или ликвидацию зимней скользкости. Преимущества профилактики зимней

скользкости с использованием химического способа подробно отражены в работах Т. В. Самодуровой [4]. В них описана организация работ на стадии оперативного управления на основе специализированного дорожного метеорологического обеспечения (СДМО) и информационных технологий.

Фрикционный способ предназначен для снижения отрицательного влияния зимней скользкости и направлен на повышение коэффициента сцепления покрытия. Его используют в случае невозможности или низкой эффективности применения химического или комбинированного способов. Данный способ всегда сопряжен с предварительной механической очисткой.

Для борьбы с зимней скользкостью используют различные ПГМ, к которым относятся: химические (твердые сыпучие (кристаллические, гранулированные или чешуирированные); жидкие растворы или рассолы различных реагентов); фрикционные (мелкий щебень; песок; песчано-гравийная смесь (ПГС); шлак; золы уноса); комбинированные (смесь фрикционных и химических материалов).

Более подробная информация о ПГМ изложена в ОДН 218.2.027-2003. При этом ПГМ отличаются плавящей способностью, т.е. количеством грамм льда, которое может расплавить один грамм реагента.

Все представленные способы борьбы с зимней скользкостью, как с использованием химических реагентов, так и с комбинированными (фрикционными) материалами требуют применения различного оборудования машин и производственных баз.

С одной стороны альтернативные стратегии борьбы с зимней скользкостью будут отличаться по виду и количеству ресурсов: ПГМ и техника, что определяет различие по затратам на их реализацию. С другой стороны, каждая стратегия будет обеспечивать различные показатели уровня содержания, например, сроки производства работ и воздействие на окружающую среду.

Таким образом задача выбора оптимальной стратегии борьбы с зимней скользкостью заключается в выборе способа и вида ПГМ, обеспечивающих максимально возможные значения показателей уровня содержания не ниже требуемых с минимальными затратами на её реализацию. На рисунке 1 представлена структурная схема конструктивной модели организации борьбы с зимней скользкостью.

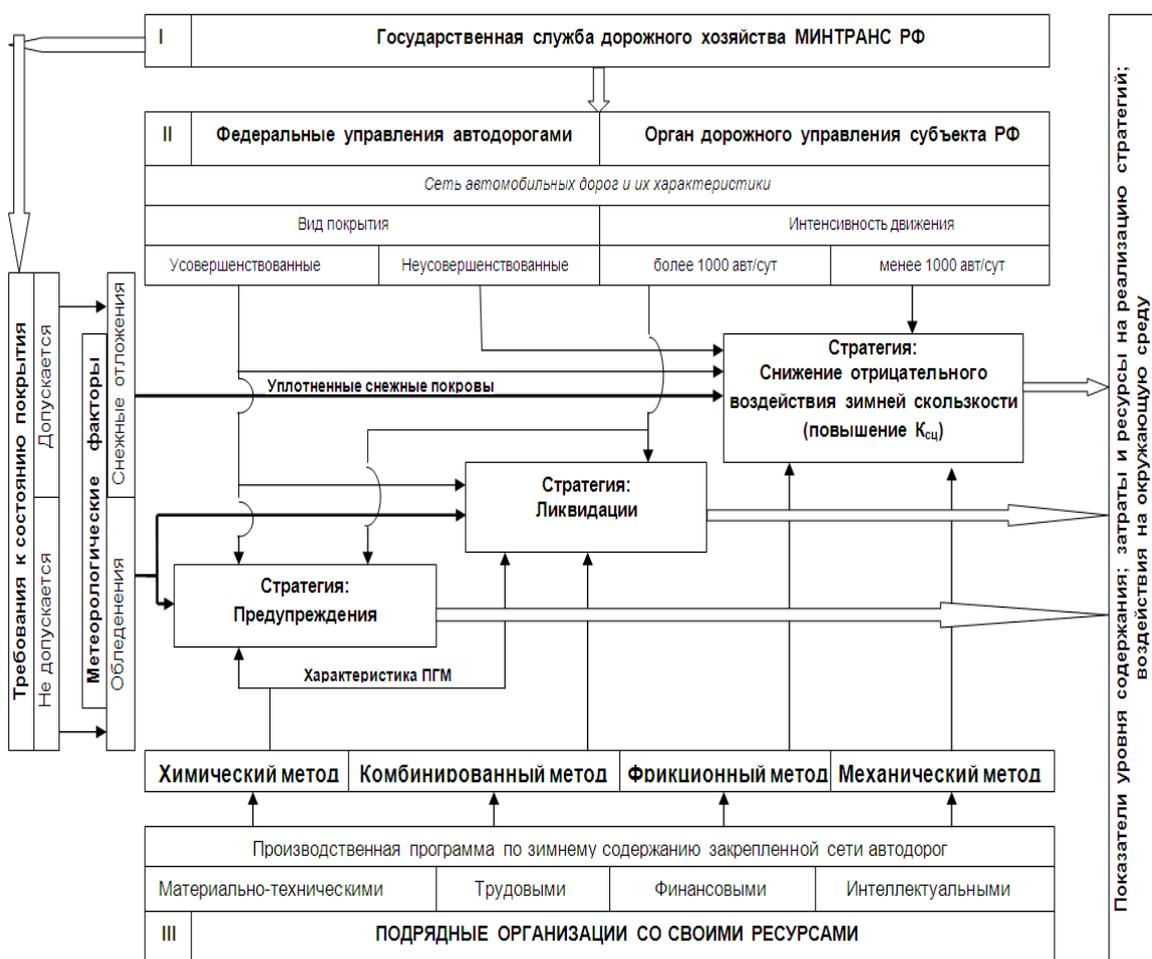


Рис. 1. Структурная схема концептуальной модели организации борьбы с зимней скользкостью

При формировании и назначении стратегии борьбы с зимней скользкостью исходными данными являются виды и количество случаев ее образования. В настоящее время накоплены статистические массивы метеорологической информации в виде условий образования зимней скользкости. Наличие моделей формирования зимней скользкости позволяет определять и прогнозировать их виды и число случаев их возникновения.

Однако существуют ограничения по использованию, как способа борьбы с зимней скользкостью, так и вида ПГМ. Основным ограничением по использованию ПГМ является температура воздуха или покрытия, которой соответствуют температура плавления и точка замерзания вещества.

Одним из ограничений по использованию сухих химических реагентов является интенсивность движения, так как использование последних требует перемешивания колесами автомобилей.

Поэтому при назначении стратегий на выполнение работ по зимнему содержанию дорог данного типа необходимо в качестве ограничений рассматривать: интенсивность движения по дороге; температура воздуха и покрытия с учетом влажности воздуха, которые необходимо сравнивать с температурами плавления и точками замерзания веществ в составе ПГМ; физико-механические свойства и химический состав противогололедных материалов; техническое оборудование машин и производственных баз; способ борьбы с обледенением на дороге (механический; химический; комбинированный); нормы расхода противогололедных материалов.

Заключение

Изложенные выше положения являются основными принципами концептуальной модели для разработки и выбора оптимальной стратегии борьбы с зимней скользкостью. В результате данного исследования при анализе видов зимней

скользкости, рассмотрении всех возможных способов снижения и удаления их воздействия на дорогу нами выявлены и определены в три основные стратегии организации борьбы с зимней скользкостью:

- *предупредительные работы*, связанные с выполнением профилактических мероприятий в основном не допущения условий образования обледенений на дорогах;

- *ликвидация* с большей степени связана с борьбой со снежными отложениями на дорогах, имеющие высокую интенсивность движения и с обледенениями;

- *снижение отрицательного воздействия зимней скользкости*, что связано с повышением коэффициента сцепления автомобиля с дорогой, в особенности на дорогах с низкой интенсивностью движения.

В дальнейшем необходимо данную концептуальную модель включить в математическую модель оценки эффективности принятых решений по назначенным стратегиям организации борьбы с зимней скользкостью с учетом ОДМ 218.4.023-2015.

Кроме этого, характер изменения, продолжительного отрицательного воздействия различных видов зимней скользкости на покрытие дороги имеет свои региональные особенности, что делает актуальным в дальнейшем разработку регионального районирования территорий по условиям содержания дорог в зимний период.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 50597-93 Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, М., 1993. – 25с.
2. ОДМД «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах». Росавтодор, М., 2003. Утвержден распоряжением Минтранса РФ от 16.06.2003г. № ОС-548-р. – 72с.
3. Бялобжевский, Г.В. Борьба с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Г.В. Бялобжевский. – М.: Транспорт, 1975. – 111 с.
4. Самодурова, Т.В. Оперативное управление зимним содержанием дорог: Научные основы: Монография; ВГАСУ / Т.В. Самодурова. – Воронеж, Изд-во ВГАСУ, 2003. – 168 с.
5. Самодурова, Т.В. Метеорологическое обеспечение зимнего содержания автомобильных дорог / Т.В. Самодурова. – ассоциация «РАДОР» – М.: ТИМР, 2003. – 183с.
6. Боброва, Т.В. Проектно-ориентированное управление производством работ на региональной сети автомобильных дорог: Монография / Т.В. Боброва. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 334 с.

7. Сакута, Н.Б. Совершенствование оперативного регулирования по производству работ зимнего содержания автомобильных дорог: автореф. дис...канд. техн. наук / Н.Б. Сакута. – Омск, 2002. – 24с

8. Коденцева, Ю.В. Обоснование ресурсоемкости зимнего содержания сети автомобильных дорог на основе районирования территорий по неблагоприятным климатическим факторам дисс...канд. техн. наук / Ю.В. Коденцева. – СибАДИ, Омск, 2007. – 190с.

9. Приказ Минтранса РФ от 08 июня 2012 г. N 163 "Об утверждении Порядка проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения

BASIC PRINCIPLES OF FORMING OF CONCEPTUAL MODEL OF ORGANIZATION OF WORKS ON FIGHT AGAINST WINTER SLIPPERINESS ON HIGHWAYS

N.B. Sakuta, Y. V. Kodentseva, I. N. Gaynulina

Abstract. The article deals with the organization of the struggle with the winter slipperiness as a destination of strategies to ensure the required levels of performance on the roads. The conceptual model of the organization to combat icy roads subject identify key quality characteristics and factors of winter road maintenance has been formulated and is defined as the authors of the research objectives. In conclusion, the authors refined three main strategies to combat icy roads and ways for further study.

Keywords: winter road maintenance, winter slipperiness, anti-icing materials strategy to combat icy roads.

References

1. GOST R 50597-93 *Trebovaniia k eksploatatsionnomu sostojaniuu dopustimomu po usloviiam obespecheniia dopozhogo dvizhenia* [State standard R 50597-93 Requirements for operational states, permissible under the terms of the road safety] Moscow, 1993. 25 p.
2. ODM D *Rukovodstvo po borbe s zimney skolzkoctiu* [Guide to Combat winter slipperiness on the road] *Rosavtdor*, Moscow, 2003. Approved by the order of Ministry of Transport of the Russian Federation from 16.06.2003g. Number OS-548-p. 72 p.
3. Byalobzhevsky G.V. *Borba s zimney skolzkoctiu na avtomobilnih dorogah* [Combating winter slipperiness on the road]. Moscow, Transport, 1975. 111p.
4. Samodurova T.V. *Operativnoe upravlenie zimnim sodержaniem dorog* [Operational administration winter road maintenance]. *Voronezh, Publishing House of VGASU, 2003. 168p.*
5. Samodurova T.V. *Meteorologicheskoe obespechenie zimnim sodержaniem avtomobilnih dorog* [Meteorological Service for the winter maintenance of roads]. Moscow, TIMR, 2003 – 183p.
6. Bobrova T.V. *Proektno-orientirovannoe upravlenie proizvodstvom rabot na regionalnoy seti avtomobilnih dorog* [Project-oriented production

management work on a regional road network]. Omsk, SibADI 2006. 334p.

7. Sakuta N.B. *Sovershensnovanie operativnogo regulirovaniia po proizvodstvu rabot zimnego soderzhaniia avtomobilnih dorog* [Improvement of operational control for the production of works of the winter maintenance of roads Avtor. dis. cand. tehn. sciences]. Omsk, 2002. 24 p.

8. Kodentseva J.V. *Obosnovanie resursoemkosti zimnego soderzhaniia seti avtomobilnih dorog na osnove rayonirovaniia territoriy po neblagopriiatnim klimatisheskim faktoram* [Justification resource-winter maintenance of the road network on the basis of zoning by adverse climatic factors diss. cand. tehn. sciences]. Omsk, 2007. 190p.

9. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated June 8, 2012 N 163 "On Approval of the Procedure for the assessment of the level of public highways of federal importance.

Сакута Надежда Борисовна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, начальник отдела ООО «Омскдорпроект» (644043, г. Омск, пр. Красный путь, 101).

Коденцева Юлия Викторовна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры «Экономика и проектное управление в транспортном строительстве» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, пр. Мира, 5, e-mail: kodjul78@mail.ru).

Гайнулина Ирина Николаевна (Россия, г. Москва) – начальник технического отдела ФКУ «Центравтомагистраль» (125080, Москва, Ленинградский проспект, 23, e-mail: Fuadto@mail.ru).

Sakuta Nadegda Borisovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor, head of department ООО "Omskdorproekt.

Kodentseva Yulia Viktorovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, kodjul78@mail.ru).

Gaynulina Irina Nikolaevna (Russian Federation, Moscow) – head of department FGI «Tsentravtomagistral» (125080, Moscow, Leningradskiy pr., 23, e-mailFuadto@mail.ru).

РАЗДЕЛ IV

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 625.76.08(021)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЗИЦИОННОГО ГИДРОПРИВОДА

А.В. Жданов

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье представлена математическая модель позиционного гидропривода, включающего в контур обратной связи поворотный гидроцилиндр. Предложена расчетная схема, составленная на основе разработанной принципиальной гидравлической схемы позиционного гидропривода, а так же схема связей элементов, что позволяет разработать обобщенную математическую модель, которая составлена из математических моделей отдельных гидроэлементов по модульному принципу. Динамика каждого гидроэлемента, входящего в состав привода описана системами дифференциальных и алгебраических уравнений.

Ключевые слова: гидропривод, математическая модель, дифференциальные уравнения, расчетная схема.

Введение

Анализ и синтез любой динамической системы основан на исследовании математической модели, которая представляет собой совокупность систем дифференциальных уравнений. Базовые элементы гидропривода в настоящее время достаточно хорошо изучены. Они описываются системами нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, начальными и граничными условиями, уравнениями существенных нелинейностей, алгебраическими уравнениями связи, наложенными на систему [1, 2].

Методика формирования математической модели. Функционирование гидроприводов как динамической системы удобно рассматривать как реакцию на входные управляющие воздействия. Поэтому наиболее общей расчетной схемой любого гидропривода независимо от его назначения является схема, составленная по принципу «вход - выход». В такой схеме анализ и синтез осуществляется на основе связей между входными и выходными переменными, а также по динамике прохождения и преобразования переменных.

Требования, предъявляемые к математическим моделям, наиболее эффективно могут быть реализованы при модульном принципе моделирования. В соответствии с этим принципом из элементов

моделируемой системы, описываемых системами дифференциальных и алгебраических уравнений, формируются базовые модули [3,4].

В случае моделирования гидравлических систем такими базовыми модулями будут являться многомерные динамические объекты или гидравлические многополюсники. Подобные базовые модули составлены таким образом, чтобы при формировании обобщенной модели на входе и на выходе получить значения переменных: давлений, расходов, скоростей, перемещений и т.д. Таким образом, при помощи математических моделей базовых модулей синтезируется математическая модель исследуемой системы произвольной структуры. Степень декомпозиции сложных систем при формировании базовых модулей определяется целью, задачами теоретических исследований и применяемым при математическом моделировании аппаратом.

Таким образом, в соответствии с методикой формирования математической модели, задача математического моделирования сводится к разработке математических моделей элементов позиционного гидропривода (ПГ) (насоса, трубопроводов, гидрораспределителя, предохранительного клапана, поворотного гидроцилиндра, включенного в контур обратной связи, и исполнительного

гидродвигателя: гидроцилиндра или гидромотора) с последующим их объединением в обобщенную модель системы.

Принятые допущения

При моделировании ПГ приняты следующие допущения: влияние волновых процессов на динамику привода не учитываются; температура и вязкость рабочей жидкости, а так же количество нерастворенного воздуха не изменяются в течение переходного процесса; коэффициент расхода управляемых дросселей является постоянной величиной; неравномерность подачи питающего насоса не учитывается; параметры гидроэлементов сосредоточены; внешний момент сопротивления на валу поворотного гидроцилиндра не учитывается ввиду его малости; давление всасывания насоса ввиду его малости не учитывается [5,6].

Расчетная схема

Расчетная схема ПГ должна отражать входные, выходные и промежуточные параметры системы, а также управляющие и возмущающие воздействия. Для составления расчетной схемы необходимо рассмотреть гидравлическую схему исследуемого привода. При математическом моделировании за основу взята конструкция привода с крановым распределителем и поворотным гидроцилиндром в контуре обратной связи. В качестве гидродвигателя могут быть использованы гидроцилиндр или гидромотор. Гидросхема ПГ представлена на рисунке 1.

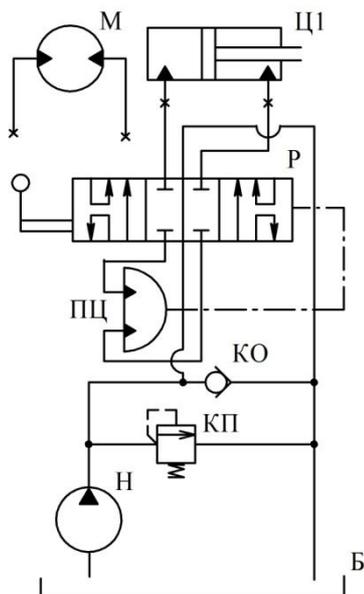


Рис. 1. Гидравлическая схема позиционного гидропривода

Рассматриваемый в работе ПГ состоит из трехпозиционного шестилинейного распределителя Р следящего действия гидравлически связанного первой и третьей линиями с исполнительными гидроцилиндрами Ц1, второй линией с гидробаком Б, пятой линией с насосом Н, обратными клапанами КО, предохранительным клапаном КП, четвертой и шестой линиями с поворотным гидроцилиндром ПЦ.

Работа принципиальной схемы ПГ осуществляется следующим образом: в нейтральном положении распределителя Р поток рабочей жидкости от гидронасоса Н поступает к пятой линии трехпозиционного шестилинейного распределителя Р и весь поток рабочей жидкости через вторую линию распределителя Р поступает в гидробак Б.

При переводе рукоятки распределителя Р в положение, соответствующее вращению против часовой стрелки происходит рассогласование распределителя Р (например, происходит перемещение золотника вправо). При этом вторая и пятая линии распределителя Р рассоединяются, а поток рабочей жидкости от насоса Н через пятую и четвертую линии распределителя поступает в рабочую полость поворотного гидроцилиндра ПЦ, происходит поворот вала, при этом вытесняемая из сливной полости жидкость поступает через шестую и первую линии распределителя Р в левую полость исполнительного гидроцилиндра Ц1 и преодолевает приложенную внешнюю нагрузку. Поршень исполнительного гидроцилиндра выдвигается. Поток рабочей жидкости из сливной полости исполнительного гидроцилиндра Ц1 через четвертую и третью линии распределителя Р поступает в гидробак Б.

Трехпозиционный шестилинейный распределитель кранового типа Р состоит из золотника, связанного с рукояткой, и гильзы, кинематически связанной с поворотным гидроцилиндром. Подобная конструкция позволяет осуществлять не только пуск и остановку, но и регулирование потока рабочей жидкости. При повороте рукоятки управляющий золотник смещается на угол $\alpha(t)$, открывая при этом проходные сечения каналов гидрораспределителя. При этом поток рабочей жидкости попадает в рабочую полость поворотного гидроцилиндра, и вытесняемая жидкость попадает в исполнительный гидроцилиндр, вал поворотного гидроцилиндра, установленного в контуре обратной связи, осуществляет отрицательную обратную связь посредством

смещения гильзы золотника распределителя на угол $\alpha_{oc}(t)$, регулируя при этом расход на выходе [1,4]:

$$\Delta\alpha(t) = \alpha(t) - \alpha_{oc}(t), \quad (1)$$

Гидравлическая схема и выражение (1) позволяют оформить расчетную схему ПГ,

представленную на рисунке 2. На схеме изображен гидрораспределитель и поворотный гидроцилиндр ПГ: рукоятка связана с золотником распределителя, а вал поворотного гидроцилиндра – с гильзой.

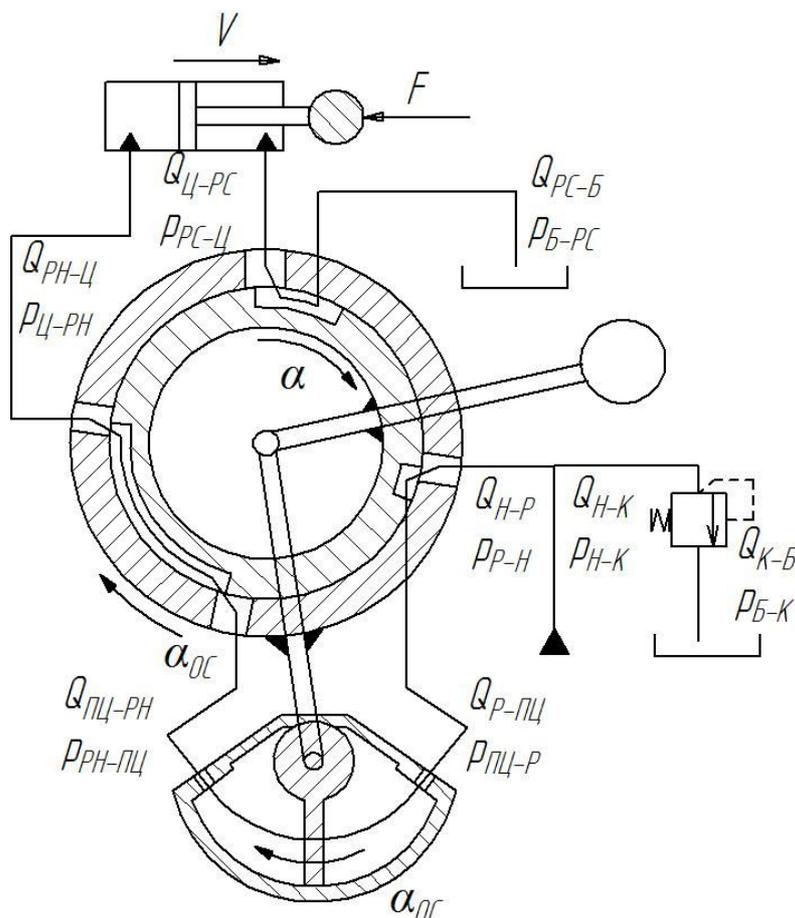


Рис. 2. Расчетная схема позиционного гидропривода

Входными параметрами привода являются угол поворота рукоятки распределителя и нагрузка, которую необходимо преодолеть гидроцилиндру рабочего оборудования, а выходными – скорость перемещения штока рабочего гидроцилиндра и момент, который необходим развивать двигателю для обеспечения требуемого давления в гидросистеме.

На расчетной схеме приведены промежуточные параметры ПГ: $Q_{Н-Р}$ и $p_{Р-Н}$ – расход и давление рабочей жидкости между насосом и гидрораспределителем; $Q_{Н-К}$ и $p_{Н-К}$ – расход и давление между насосом и предохранительным клапаном; $Q_{Р-ПЦ}$ и $p_{ПЦ-Р}$ – расход и давление между распределителем и поворотным гидроцилиндром; $Q_{ПЦ-PH}$ и $p_{PH-ПЦ}$

– расход и давление между поворотным гидроцилиндром и напорной линией гидрораспределителя; $Q_{PH-Ц}$ и $p_{Ц-PH}$ – расход и давление между напорной линией гидрораспределителя и исполнительным гидрцилиндром; $Q_{Ц-CP}$ и $p_{CP-Ц}$ – расход и давление между исполнительным гидрцилиндром и сливной линией гидрораспределителя; $Q_{PC-Б}$, $p_{Б-PC}$ и $Q_{К-Б}$, $p_{Б-К}$ – расход и давление между сливной линией гидрораспределителя и предохранительного клапана и баком.

Блок схема. Блок-схема позволяет определить необходимое количество входов и выходов базовых модулей и устанавливает порядок их соединения. Блок-схема ПГ представлена на рисунке 3.

На блок-схеме представлены базовые модули, обозначающие гидроэлементы привода, и связи между ними. Схема составлена по принципу «вход-выход», то есть выходные параметры предыдущего элемента являются входными для последующего. Дополнительным входом базового модуля «Гидрораспределитель» является ошибка регулирования угла поворота рукоятки, по статической характеристике распределителя определяется площадь открытия расходных окон, которая определяет расход, поступающий в поворотный гидроцилиндр и являющаяся для него дополнительным входом. Дополнительным выходом модуля «Поворотный гидроцилиндр» является угол

поворота вала, который осуществляет обратную связь, посредством доворота гильзы распределителя. Дополнительным входом и выходом модуля «Рабочий гидроцилиндр» является внешняя нагрузка, приложенная к штоку и скорость штока. Входом модуля «Предохранительный клапан» является давление между насосом и распределителем, которое обуславливает перемещение ЗРЭ клапана и регулирует расход, поступающий на слив. На схеме связи, обозначающие расход рабочей жидкости изображены в виде линий со стрелкой, показывающих направление потока. Давление же изображено в виде линий с двумя стрелками, так как действует во всех направлениях в расчетных узлах.

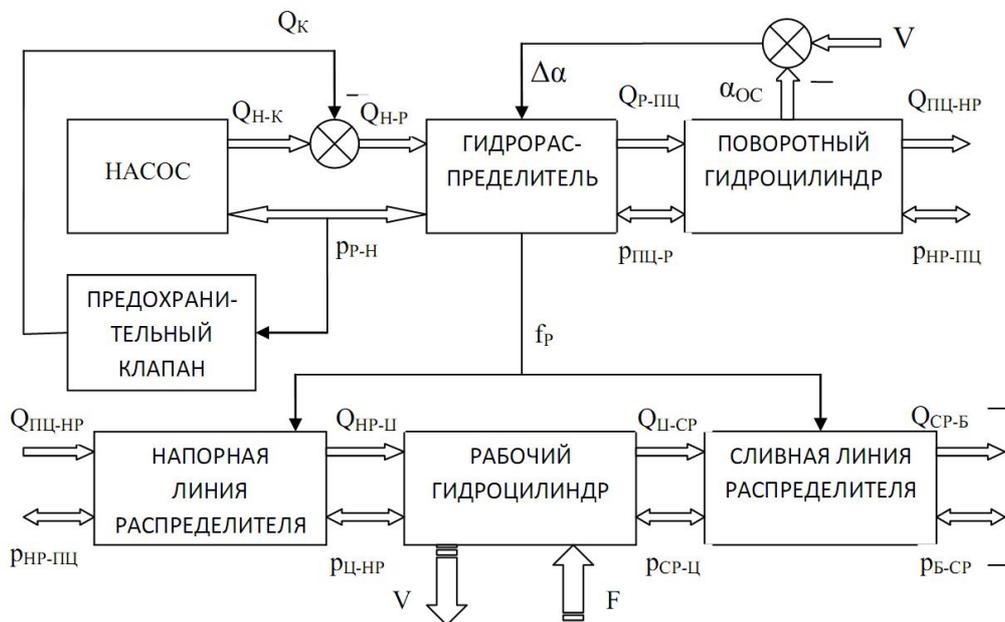


Рис. 3. Блок-схема позиционного гидропривода

Базовые модули

Насос. Рассмотрен как идеальный источник энергии достаточно мощный для поддержания давления настройки предохранительного клапана. Поэтому уравнение приводного двигателя не рассматривается и частота вращения вала насоса принимается постоянной величиной. В соответствие с блок-схемой модуль насоса имеет в качестве выходного параметра подачу рабочей жидкости, а качестве входного давление между насосом и распределителем, этот же сигнал поступает на вход предохранительного клапана, который выполняет функции переливного и осуществляет разгрузку системы путем частичного или полного перепуска

рабочей жидкости в гидробак. Описывается насос следующей системой уравнений [7,8]:

$$M_H = (P_{P-H} \cdot q_H \cdot e_H) / \eta_{ГН}; \tag{2}$$

$$Q_{H-K} = q_H \cdot e_H \cdot \omega_H \cdot \eta_{ОН}; \tag{3}$$

$$\omega_H = \frac{d\varphi_H}{dt}; \tag{4}$$

$$e_H = \frac{q_H}{q_{HM}}, \tag{5}$$

где Q_H – подача насоса; P_H – давление между насосом и гидрораспределителем; φ_H – угол поворота вала насоса; ω_H – угловая скорость вала насоса; e_H – параметр регулирования; q_{HM} – максимальный рабочий объем насоса; q_H – рабочий объем насоса; M_H

– момент сопротивления на валу гидронасоса; $\eta_{гн}$, $\eta_{он}$ – КПД насоса соответственно механический и объемный.

Предохранительный клапан

В ПГ параллельно с насосом устанавливается предохранительный клапан прямого действия с демпфированием скорости запорно-регулирующего элемента (ЗРЭ), обеспечивающий защиту гидросистемы от давления, превышающего номинальное, посредством перепуска части или всего потока рабочей жидкости в гидробак.

Гидродинамические процессы, протекающие в клапане оказывают значительное воздействие на формирование переходных процессов в ПГ поскольку в соответствии с блок-схемой (рис. 3) расход рабочей жидкости, проходящей через клапан Q_K , вычитается из подачи насоса $Q_{Н-К}$, то есть:

$$Q_{Н-Р} = Q_{Н-К} - Q_K, \quad (6)$$

Предохранительный клапан рассматривается как подсистема из трех элементов: ЗРЭ, статической зависимости площади открытия дросселирующей щели от перемещения ЗРЭ и регулируемого дросселя, представляющего дросселирующую щель.

В связи с этим клапан описывается уравнением движения ЗРЭ, статической нелинейной характеристикой клапана, уравнением расхода рабочей жидкости через дросселирующую щель и уравнением, определяющим давление рабочей жидкости в полости демпфера [7,8]:

$$\frac{d^2 x_{ЗРЭ}}{dt^2} \cdot m_{ЗРЭ} = p_{Р-Н} S_{ЗРЭ1} - p_{Б-К} S_{ЗРЭ2} - \quad (7)$$

$$- h_K \frac{dx_{ЗРЭ}}{dt} - R_{ТРК} \operatorname{sign} \frac{dx_{ЗРЭ}}{dt} - c(x_{ЗРЭ} - x_0);$$

$$f_K = \begin{cases} \pi(d_K - \frac{x \cdot \sin 2\gamma}{2}) x_K \cdot \sin \alpha, & \text{при } |x_{ЗРЭ}| \leq x_{МАХ}; \\ f_{КМАХ}, & \text{при } |x_{ЗРЭ}| > x_{МАХ}, \end{cases} \quad (8)$$

$$Q_K = \mu \cdot f_K \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot |p_{Р-Н} - p_{Б-К}| \cdot \operatorname{sign}(p_{Р-Н} - p_{Б-К})}, \quad (9)$$

где $x_{ЗРЭ}$ – перемещение ЗРЭ; $m_{ЗРЭ}$ – масса ЗРЭ; $S_{ЗРЭ1}$, $S_{ЗРЭ2}$ – рабочие площади клапана со стороны напора и слива; h_K – коэффициент вязкого трения клапана; $R_{ТРК}$ – сила сухого трения; c – жесткость пружины; x_0 – величина предварительного сжатия пружины; f_K – площадь поперечного сечения дросселирующей щели клапана; $f_{КМАХ}$ – максимальная площадь поперечного сечения

дросселирующей щели клапана; ρ – плотность рабочей жидкости; d_K – диаметр седла клапана; γ – угол образующего конуса дросселирующей щели.

Гидрораспределитель

Гидрораспределитель является управляющим элементом ПГ, его задачей является не только перераспределение потоков рабочей жидкости в системе, но и изменение скорости перемещения штока рабочего гидроцилиндра в зависимости от скорости поворота рукоятки // .Поскольку в ПГ обратная связь осуществляется вращением деталей с целью уменьшения размеров и снижения материалоемкости конструкции, то наиболее подходящим является гидрораспределитель кранового типа с возможностью регулирования проходных сечений окон, регулирующих подачу.

Гидрораспределитель является совокупностью регулируемых дросселей, в то время как его составляющие: золотник и гильза представляют собой нелинейные элементы, которые в результате совместного вращения регулируют площади проходных сечений дросселей [1,4,8].

Дроссели, регулирующие потоки рабочей жидкости, циркулирующие в контуре обратной связи, описываются следующей системой уравнений [1]:

$$Q_{Р-ПЦ} = Q_{Н-Р} - Q_{СЛ} - Q_Y; \quad (10)$$

$$\frac{dQ_{Н-Р}}{dt} = B \left(\mu f_P \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot |p_{Р-Н} - p_{ПЦ-Р}| \cdot \operatorname{sign}(p_{Р-Н} - p_{ПЦ-Р})} - Q_{Н-Р} \right); \quad (11)$$

$$Q_{СЛ} = \mu \cdot f_{СЛ} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot p_{СЛ}}; \quad (12)$$

$$Q_Y = k_Y \cdot (p_{Р-Н} - p_{ПЦ-Р}); \quad (13)$$

$$k_Y = \frac{\pi r_T (r_T - r_3)^3}{6 \nu \rho l} \cdot \left(1 + \frac{3}{2} \varepsilon^2 \right), \quad (14)$$

где $Q_{Н-Р}$ – подача насоса; $Q_{Р-ПЦ}$ – расход жидкости поступающий в поворотный гидроцилиндр; $Q_{СЛ}$ – расход жидкости, поступающей на слив; Q_Y – утечки рабочей жидкости; $p_{Р-Н}$ – давление между насосом и распределителем; $p_{ПЦ-Р}$ – давление между распределителем и поворотным цилиндром; $p_{СЛ}$ – давление в сливной гидролинии; B – коэффициент, учитывающий инерционность столба жидкости; f_P – площадь проходных сечений управляющих каналов; μ – коэффициент расхода; ρ – плотность рабочей жидкости; k_Y – коэффициент утечек; r_T – радиус гильзы; r_3 – радиус золотника; ν – кинематическая вязкость жидкости; l – длина сопряжения; ε – коэффициент

эксцентриситета.

Нелинейная статическая характеристика управляющих каналов гидрораспределителя в случае перекрытия отверстий в гильзе пазами на золотнике выглядит следующим образом [4, 7]:

$$f_p = \begin{cases} f_y, \text{ при } |\Delta\alpha| \leq \Delta\alpha_p; \\ z \left(\frac{d_p^2}{4} \arccos\left(1 - \frac{2r_3\Delta\alpha}{d_p}\right) - \left(\frac{d_p}{2} - r_3\Delta\alpha\right) \sqrt{d_p r_3 \Delta\alpha - (r_3\Delta\alpha)^2} \right) + \\ + f_y, \text{ при } \Delta\alpha_p < |\Delta\alpha| < \Delta\alpha_{MAX}; \\ f_{MAX} + f_y, \text{ при } |\Delta\alpha| \geq \Delta\alpha_{MAX}, \end{cases} \quad (15)$$

где f_y – площадь через которую происходят утечки рабочей жидкости; f_{MAX} – максимальная площадь проходных сечений; z – число управляющих дросселей; d_p – диаметр отверстий управляющих дросселей.

Поворотный гидроцилиндр

Для осуществления гидрообъемной обратной связи в ПГ предусмотрен поворотный гидроцилиндр. Поворотным гидроцилиндром называется объемный гидродвигатель, у которого угол поворота выходного вала ограничен (до 360°). Поворотный цилиндр установлен в контур отрицательной обратной связи и осуществляет поворот гильзы распределителя с целью регулирования расхода рабочей жидкости, подаваемой в рабочий гидроцилиндр. Обратная связь позволяет не только позиционировать шток рабочего гидроцилиндра в зависимости от угла поворота рукоятки управления, но и регулировать скорость его выдвигания/втягивания.

Поворотный гидроцилиндр описывается уравнением неразрывности потока рабочей жидкости с учетом утечек и перетечек и уравнением движения выходного звена [7,8]:

$$Q_{\text{ПЦ-РН}} = Q_{\text{Р-ПЦ}} - Q_{\text{У ПЦ}} - Q_{\text{ПЕР ПЦ}}; \quad (16)$$

$$\frac{d\alpha_{OC}}{dt} = \frac{2Q_{\text{Р-ПЦ}}}{b(R^2 - r^2)}; \quad (17)$$

$$\frac{d^2\alpha_{OC}}{dt^2} = \frac{b}{2}(R^2 - r^2) \cdot (p_{\text{ПЦ-Р}} - p_{\text{РН-ПЦ}}) -$$

$$- h_{\text{ПЦ}} \frac{d\alpha_{OC}}{dt} - R_{\text{ПЦ}} \cdot \text{sign} \frac{d\alpha_{OC}}{dt}; \quad (18)$$

$$Q_{\text{У ПЦ}} = k_{\text{У ПЦ}} (p_{\text{ПЦ-Р}} - p_{\text{РН-ПЦ}}); \quad (19)$$

$$Q_{\text{ПЕР ПЦ}} = k_{\text{ПЕР ПЦ}} (p_{\text{ПЦ-Р}} - p_{\text{РН-ПЦ}}), \quad (20)$$

где $Q_{\text{У ПЦ}}$ и $Q_{\text{ПЕР ПЦ}}$ – расходы утечек и перетечек в поворотном гидроцилиндре соответственно; $k_{\text{У ПЦ}}$ и $k_{\text{ПЕР ПЦ}}$ – коэффициенты утечек и перетечек; R и r –

большой и малый радиусы; b – ширина пластины; $h_{\text{ПЦ}}$ – коэффициент вязкого трения; $R_{\text{ПЦ}}$ – сила сухого трения в уплотнениях пластины.

Гидроцилиндр

Динамика гидроцилиндра может быть описана посредством уравнения поступательного движения поршня под действием давления в зависимости от внешней нагрузки, сухого и вязкого трения и уравнений расходов на входе и выходе с учетом сжимаемости жидкости в полостях [5,3]:

$$Q_{\text{РН-Ц}}^{\text{П}} = \frac{dp_{\text{Ц-РН}}}{dt} \cdot k_{\text{УПР П}} + \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{dz}{dt} + k_{\text{ПЕР П}} (p_{\text{Ц-РН}} - p_{\text{РС-Ц}}); \quad (21)$$

$$Q_{\text{РН-Ц}}^{\text{Ш}} = \frac{dp_{\text{Ц-РН}}}{dt} \cdot k_{\text{УПР Ш}} + \frac{\pi(D-d)^2}{4} \cdot \frac{dz}{dt} + k_{\text{ПЕР Ш}} (p_{\text{Ц-РН}} - p_{\text{РС-Ц}}); \quad (22)$$

$$m \frac{d^2z}{dt^2} = (p_{\text{Ц-РН}} - p_{\text{РС-Ц}}) \cdot \frac{\pi D^2}{4} - h_{\text{Ц}} \cdot \frac{dz}{dt} - (R_{\text{ТР П}} + R_{\text{ТР Ш}} + k(p_{\text{Ц-РН}} + p_{\text{РС-Ц}})) \cdot \text{sign} \frac{dz}{dt} - F; \quad (23)$$

где z – перемещение штока гидроцилиндра; m – приведенная к штоку масса подвижных частей гидроцилиндра; D – диаметр поршня; d – диаметр штока; $h_{\text{Ц}}$ – коэффициент вязкого трения; $R_{\text{ТР П}}$ и $R_{\text{ТР Ш}}$ – сила сухого трения в уплотнениях соответственно поршня и штока; F – сила на штоке гидроцилиндра; $k_{\text{УПР}}$ – коэффициент упругости полостей с жидкостью; $k_{\text{ПЕР}}$ – коэффициент перетечек полостей с жидкостью.

Формирование обобщенной математической модели

Из базовых модулей гидроэлементов на основе блок-схемы (рисунок 3) может быть синтезирована обобщенная математическая модель ПГ.

Объединение базовых модулей, представляющих собой элементов ПГ, в единую математическую модель производится в соответствии со следующими принципами: для последовательно соединенных базовых модулей выходные параметры предыдущего элемента являются входными параметрами последующего, поэтому блоки элементов соединяются в узлах, в которых сходятся одноименные входные и выходные сигналы; для параллельно соединенных базовых модулей сигналы на входе разветвляются, на выходе – суммируются.

Вывод

В статье приведены расчетная схема и схемы связей, а так же уравнения базовых гидроэлементов, входящих в состав ПГ.

Выбранный при математическом моделировании подход позволяет синтезировать математическую модель и может быть применен при моделировании гидропривода любой структуры и сложности.

Библиографический список

1. Жданов, А.В. Теоретические исследования рабочих процессов, протекающих в распределителях гидравлических рулевых механизмов / А.В. Жданов, Ю.Е. Меркушева // Омский Научный Вестник. – 2013. – Вып. 1(117). – С. 88 – 91.
2. Щербаков, В.С. Научные основы повышения точности работ, выполняемых землеройно-транспортными машинами: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04 / Щербаков В.С. – Омск, 2000. – 416 с.
3. Жданов, А.В. Автоматизация проектирования гидроцилиндров, оснащенных мембранным уплотнением поршня: монография / А.В. Жданов, С.В. Леванов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2014. – 145 с.
4. Мукушев, Ш.К. Совершенствование объемного гидропривода рулевого управления дорожно-строительных машин: дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Мукушев Ш.К. – Омск, 2007. – 203 с.
5. Динамика гидропривода / под общ. ред. В.Н. Прокофьева. – М.: Машиностроение, 1972. – 292 с.
6. Щербаков, В.С. Автоматизация проектирования гидроприводов рулевого управления колесных машин: монография / В.С. Щербаков, А.В. Жданов, В.В. Меньков. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2012. – 153 с.
7. Галдин, Н.С. Элементы объемных гидроприводов мобильных машин. Справочные материалы: Учебное пособие / Н.С. Галдин. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 127 с.
8. Расчет и проектирование строительных и дорожных машин на ЭВМ / под ред. Е.Ю. Малиновского. – М.: Машиностроение, 1980. – 216 с.

MATHEMATICAL MODEL OF POSITION HYDRAULIC DRIVE

A.V. Zhdanov

Abstract. The article presents a mathematical model of the position hydraulic drive, including a feedback loop rotary cylinder. A design scheme, compiled on the basis of the concept developed by the hydraulic circuit of hydraulic drive position, as well as the diagram of connections of elements that allows the development of a generalized mathematical model, which is composed of mathematical models of separate hydraulic elements in a modular fashion. The dynamics of each hydraulic elements, which is part of the drive is described by systems of differential and algebraic equations.

Keywords: hydraulic, mathematical model, differential equations, the design scheme.

References

1. Zhdanov A.V., Merkusheva Ju.E. Teoreticheskie issledovaniya rabochih processov, protokajushih v raspredeliteljah gidravlicheskih rulevyh mehanizmov [Theoretical studies of working processes that take place in distributors of hydraulic steering gears]. *Omskij Nauchnyj Vestnik*, 2013, no 1(117). pp. 88 – 91.
2. Shherbakov V.S. Nauchnye osnovy povyshenija tochnosti rabot, vypolnjaemyh zemlerojno-transportnymi mashinami dis. d-ra tehn. nauk [Scientific basis for improving the accuracy of work performed Earthmovers: dis. Dr. tehn. sciences]. Omsk, 2000. 416 p.
3. Zhdanov A.V., Levandov S.V. *Avtomatizacija proektirovanija gidrocilindrov, osnashhennyh membrannym uplotneniem porshnja* [Computer-aided design of hydraulic cylinders, equipped with membrane seal piston]. Omsk: Izd-vo SibADI, 2014. 145 p.
4. Mukushev, Sh.K. Sovershenstvovanie ob'emnogo gidroprivoda rulevogo upravlenija dorozhno-stroitel'nyh mashin: diss. kand. tehn. nauk [Improving the surround steering hydraulic drive road-building machines: diss. cand. tehn. sciences]. Omsk, 2007. 203 p.
5. *Dinamika gidroprivoda* [Dynamics of hydraulic drive]. pod obshh. red. V.N. Prokof'eva. Moscow, Mashinostroenie, 1972. 292 p.
6. Shherbakov V.S., Zhdanov A.V., Men'kov V.V. *Avtomatizacija proektirovanija gidroprivodov rulevogo upravlenija kolesnyh mashin* [Computer-aided design of the steering wheel control of hydraulic drives of machines]. Omsk: Izd-vo SibADI, 2012. 153 p.
7. Galdin N.S. *Jelementy ob'emnyh gidroprivodov mobil'nyh mashin. Spravochnye materialy* [Elements of volumetric hydraulic drives of mobile machines]. Omsk: Izd-vo SibADI, 2005. 127 p.
8. *Raschet i proektirovanie stroitel'nyh i dorozhnyh mashin na JeVM* [Calculation and design of building and road cars to computers]. pod red. E.Ju. Malinovskogo. Moscow, Mashinostroenie, 1980. 216 p.

Жданов Алексей Валерьевич (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика», доцент кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: avzh_1984@mail.ru).

Zhdanov Alexey Valeryevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor "Descriptive geometry, engineering and machine graphics", the associate professor "Hoisting-and-transport, traction cars and a hydraulic actuator" The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: avzh_1984@mail.ru).

УДК 004.9

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ОБЪЕМНОМ ГИДРОПРИВОДЕ

И.М. Мурсеев, Ю.И. Привалова
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Автоматизированное проектирование это процесс, при котором все или часть проектных решений получают с использованием средств вычислительной техники. Одной из основных типовых задач автоматизированного проектирования является расчет или одновариантный анализ. В данной работе описывается разработанный авторами программный комплекс «Расчет потерь давления в гидролиниях объемного гидропривода» в среде программирования Visual Basic. На основе реализованного приложения совершенствуется ряд работ по расчету и конструированию объемного гидропривода, а также проведению вычислительного эксперимента на базе реальных технических данных.

Ключевые слова: объемный гидропривод, автоматизированный расчет, система автоматизированного проектирования, среда программирования Visual Basic.

Введение

Проектирование – комплекс работ по исследованию, конструированию и расчету объекта, целью которого является получение комплекта конструкторской документации для дальнейшего его изготовления. Процесс автоматизации основных типовых задач является актуальным направлением в проектировании технических устройств. Это обусловлено непрерывным развитием современных средств вычислительной техники, что способствует совершенствованию программно-методических комплексов и более сложных систем автоматизированного проектирования [1-3].

Типовыми задачами автоматизированного проектирования являются:

1. Расчет (одновариантный анализ). Определение выходных параметров и характеристик объекта проектирования при неизменных значениях его внутренних параметров и постоянной структуре.

2. Анализ (многовариантный анализ). Определение изменения выходных параметров и характеристик объекта в зависимости от изменения его внутренних параметров.

3. Оптимизация. Определение наилучших (оптимальных) значений выходных параметров и характеристик путем целенаправленного изменения внутренних параметров объекта (параметрическая оптимизация) или его структуры (структурная оптимизация).

4. Синтез. Генерация исходного варианта проектируемого объекта, включая его структуру (структурный синтез) и значение

внутренних параметров (параметрический синтез).

В данной работе описывается разработанный авторами программный комплекс «Расчет потерь давления в гидролиниях объемного гидропривода» в среде программирования Visual Basic.

Объемный гидропривод

Объемный гидропривод (ГП) – совокупность гидравлических устройств, предназначенных для приведения в движение машин и механизмов при помощи рабочей жидкости (РЖ). Передача движения от источника энергии (насоса) к гидродвигателю осуществляется за счет перемещающихся внутри системы замкнутых несжимаемых объемов жидкости, т.е. РЖ обеспечивает геометрические и кинематические связи в системе.

Принцип работы объемного ГП основан на законе Паскаля, уравнении Бернулли и практической несжимаемости РЖ.

Объемный ГП включает в себя один или несколько насосов, гидродвигатели, гидроаппараты и вспомогательные устройства: кондиционеры РЖ, гидроемкости, гидролинии и т.д. (рисунок 1) [4-8].

Насосы преобразуют механическую энергию приводных двигателей в энергию потока рабочей жидкости. В качестве приводных двигателей гидроприводов строительных и дорожных машин применяют в основном дизельные двигатели внутреннего сгорания, а для стационарных гидроприводов обычно используют трехфазные асинхронные электродвигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором.

Гидродвигатели (гидроцилиндры и гидромоторы) преобразуют энергию потока жидкости, поступающей от насоса, в механическую энергию и приводят в движение соответствующие исполнительные механизмы (например, отвал бульдозера или автогрейдера, ковш экскаватора или фронтального погрузчика, лебедку автомобильного крана или трубоукладчика, кузов автосамосвала и т.д.).

Насосы и гидродвигатели (гидроцилиндры и гидромоторы) являются преобразователями энергии и называются объемными гидромашинами, основными параметрами которых являются рабочий объем и номинальное давление.

Гидроаппараты (клапаны, дроссели, распределители, гидрозамки, делители, сумматоры и регуляторы потока) предназначены для управления параметрами потока рабочей жидкости (давлением и расходом РЖ).

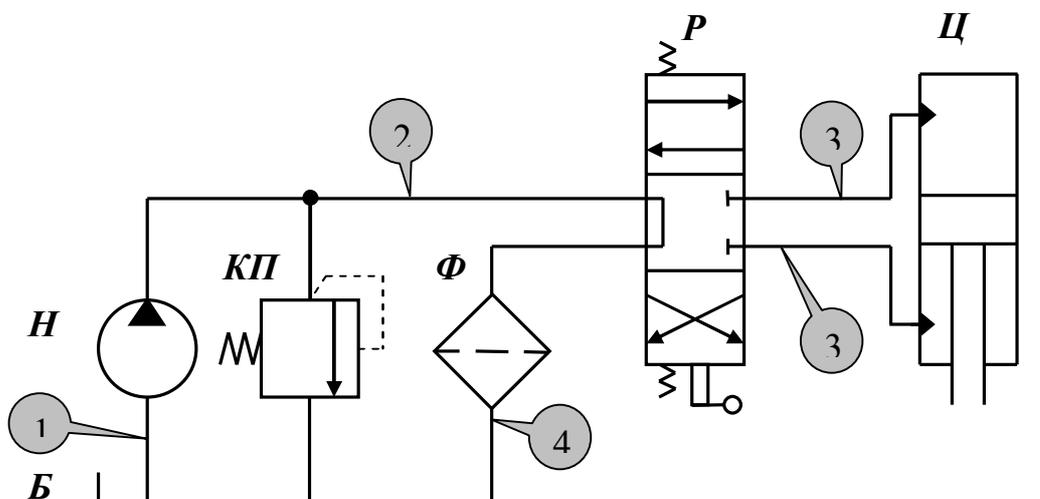
Кондиционеры РЖ поддерживают ее качественные показатели. К ним относятся фильтры, теплообменники (охладители и

нагреватели), влагоотделители, воздухопускные устройства.

Гидроемкости – баки, резервуары, гидроаккумуляторы (обычно – пневматические, реже – пружинные) необходимы для размещения запаса рабочей жидкости в процессе функционирования гидропривода. Кроме того, гидроемкости служат для охлаждения и оттаивания РЖ.

Гидролинии соединяют элементы ГП и предназначены для движения РЖ или передачи давления. К гидросистемам относятся трубы, каналы, рукава высокого и низкого давления.

Все гидравлические устройства оснащены уплотнительными элементами (кольцами, манжетами) для герметизации подвижных и неподвижных соединений, например, вала насоса или гидромотора, штока гидроцилиндра, золотника распределителя. Для утилизации утечек РЖ из гидроэлементов (например, насосов и гидромоторов) в гидробак иногда применяют дренажные гидролинии.



Б – гидробак; **Н** – насос нерегулируемый; **КП** – клапан предохранительный; **Ф** – фильтр; **Р** – распределитель четырехлинейный (с открытым центром), трехпозиционный, с ручным управлением (с самовозвратом золотника в среднюю позицию); **Ц** – гидроцилиндр двустороннего действия с односторонним штоком; 1 – всасывающая гидролиния; 2 – напорная гидролиния; 3 – исполнительные гидролинии; 4 – сливная гидролиния.

Рис. 1. Принципиальная схема гидропривода возвратно-поступательного действия

Отдельные гидравлические устройства конструктивно могут быть объединены в агрегаты, блоки и установки, например, насосный агрегат, аксиально-поршневой насос с регулятором мощности, рулевая машина, механизм управления, блок клапанов, фильтр со встроенным предохранительным клапаном и т.д.

На рисунке 1 приведен вариант принципиальной схемы гидропривода возвратно-поступательного действия, состоящий из гидробака, насоса, клапана предохранительного, фильтра, распределителя, гидроцилиндра. Гидролиния между баком и насосом называется всасывающей (1), между насосом и

распределителем – напорной (2), между распределителем и гидродвигателем – исполнительной (3), а между распределителем и баком – сливной (4). Обычно в сливной гидролинии устанавливается фильтр. При замене

гидроцилиндра Ц гидромотором М получаем гидропривод вращательного действия. Принципиальная схема гидропривода вращательного действия приведена на рисунке 2.

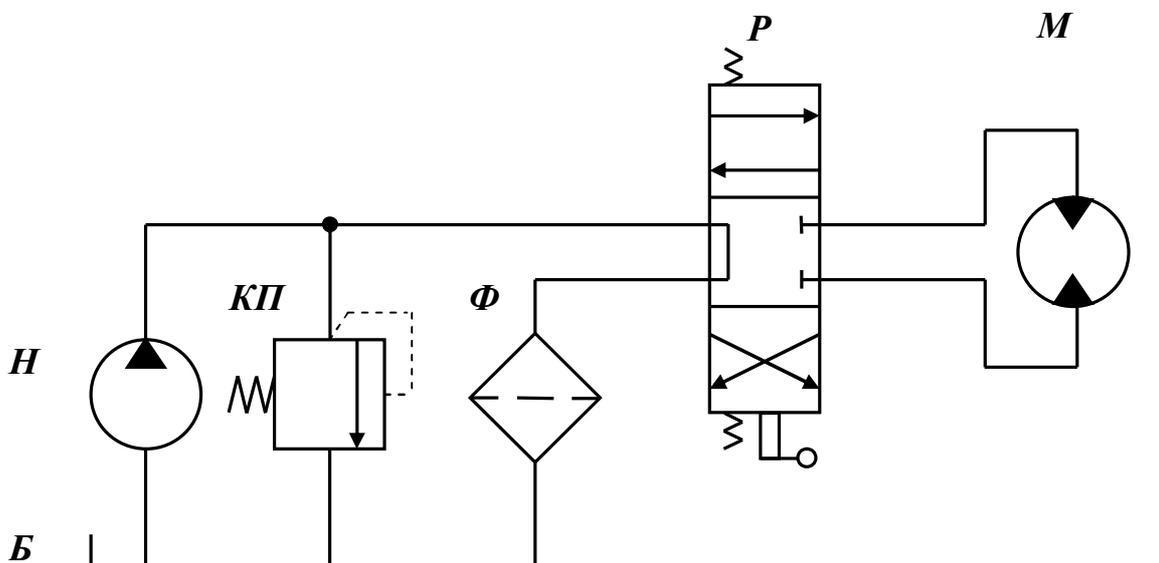


Рис. 2. Принципиальная схема гидропривода вращательного действия

Кроме того, в состав объемного гидропривода могут входить манометры, термометры, расходомеры, уровнемеры и другие контрольно-измерительные приборы и гидрооборудование, а также, электротехнические изделия (стационарные и выносные блоки управления, блоки питания, концевые выключатели, реле, переключатели и т.д.) [4-6].

Программный комплекс «Расчет потерь давления в гидролиниях объемного гидропривода»

Результатом расчета являются значения потерь давления в напорной, сливной и всасывающей гидролиниях объемного гидропривода (рис. 1, 2). Потери давления по длине гидролинии и в местных сопротивлениях, принадлежащих этой гидролинии, суммируются и вычисляются для каждой гидролинии. Кроме того, принимаем следующие общепринятые допущения, практически не влияющие на результаты расчета: общая длина напорной гидролинии складывается из длины напорной и исполнительной гидролиний; общая длина сливной гидролинии складывается из длины сливной и исполнительной гидролиний.

Расчетные зависимости.

1. Режим движения жидкости зависит от числа (критерия) Рейнольдса.

$$Re_i = \frac{V_i \cdot d_i}{k}, \quad i = 1, \dots, 3,$$

где i – индекс (порядковый номер) гидролинии ($i = 1$ – всасывающая гидролиния, $i = 2$ – сливная гидролиния, $i = 3$ – напорная гидролиния); Re_i – число Рейнольдса; k – кинематический коэффициент вязкости жидкости, m^2/c ; V_i – скорости движения жидкости в гидролиниях, m/c ; d_i – внутренние диаметры гидролиний, m .

2. Коэффициент путевых потерь λ (коэффициент Дарси) зависит от режима движения жидкости.

А) для ламинарного режима ($Re_i < 2320$)

$$\lambda_i = \frac{75}{Re_i},$$

Б) для турбулентного режима ($Re_i > 2320$)

$$\lambda_i = \frac{0,3164}{Re_i^{0,25}},$$

где λ_i – коэффициент путевых потерь (коэффициент Дарси); Re_i – число Рейнольдса.

3. Потери давления по длине гидролиний.

$$\Delta p_{li} = \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \times \frac{V_i^2}{2} \rho \times 10^{-6}, \quad i, \dots, 3,$$

где Δp_{li} – потери давления по длине гидролиний, МПа; λ_i – коэффициент путевых потерь (коэффициент Дарси); l_i – длины гидролиний, м; V_i – скорости движения жидкости в гидролиниях, м/с; d_i – внутренние диаметры гидролиний, м; ρ – плотность рабочей жидкости, кг/м³.

4. Потери давления в местных сопротивлениях.

$$\Delta p_{\xi_i} = \xi_i \frac{V_i^2}{2} \rho \times 10^{-6}, \quad i = 1, \dots, 3,$$

где Δp_{ξ_i} – потери давления в местных сопротивлениях, МПа; ξ_i – суммарный коэффициент местного сопротивления.

Вычисляется отдельно для каждой гидролинии (для всасывающей гидролинии $\xi_1 = 0$; для сливной и напорной гидролинии суммарный коэффициент местного сопротивления вычисляется в соответствии с количеством и типом каждого местного сопротивления; V_i – скорости движения жидкости в гидролиниях, м/с; ρ – плотность рабочей жидкости, кг/м³.

5. Суммарные потери давления в гидролиниях.

$$\Delta p_i = \Delta p_{li} + \Delta p_{\xi_i}, \quad i = 1, \dots, 3,$$

где Δp_i – суммарные потери давления в гидролинии, МПа; Δp_{li} – потери давления по длине гидролиний, МПа; Δp_{ξ_i} – потери давления в местных сопротивлениях, МПа.

Программный комплекс «Расчет потерь давления в гидролиниях объемного гидропривода» реализован в среде программирования Visual Basic. (рис. 3, 4). Все данные для расчета в приложении размещены с помощью элемента управления MultiPage. Для вывода результатов использован элемент управления ListBox.

Рис. 3. Приложение «Расчет потерь давления в гидролиниях объемного гидропривода» (ввод исходных данных)

Параметры	Значения		
	Всасывающая гидролиния	Сливная гидролиния	Напорная гидролиния
Внутренний диаметр d	0.032	0.025	0.016
Длина гидролинии l	0.9	5	5.9
Скорость движения v	1.15	2.05	4.61
Число Рейнольдса Re	3680	5125	7376
Коэффициент Дарси	0.0406	0.0374	0.0341
Потери давления по λ	0.001	0.014	0.116
Потери давления в мс	0	0.028	0.102
Суммарные потери да	0.001	0.042	0.218

Рис. 4. Приложение «Расчет потерь давления в гидролиниях объемного гидропривода» (вывод результатов расчета)

Проведен вычислительный эксперимент на основе реальных данных, который показал перспективность данного подхода в проектировании технических устройств.

Заключение

При разработке конструкторской и технической документации сложных технических устройств инженеры используют универсальные программно-методические комплексы и системы автоматизированного проектирования (САПР). Однако не всегда удается воспользоваться стандартным набором инструментов САПР для проектирования. Именно поэтому актуальным остается создание уникальных программных комплексов, которые могут удовлетворить все потребности при создании объектов проектирования. Это способствует совершенствованию процессов проектирования, сокращению трудовых и временных затрат на создание опытного образца. Такая тенденция, вероятно всего, сохранится, т.к. информационные технологии и вычислительная техника непрерывно развиваются.

Библиографический список

1. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов / И.П. Норенков. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 3448 с.
2. Системы автоматизированного проектирования / Л.Н. Андреев, Д.Е. Бортяков, С.В. Мещеряков. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002. – 78 с.
3. Дементьев, Ю.В. САПР в автомобиле- и тракторостроении: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.В. Дементьев, Ю.С. Щетинин; ред. В.М. Шарипов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 224 с.
4. Галдин, Н.С. Гидравлические машины, объемный гидропривод: учебное пособие / Н.С. Галдин. – 2-е изд., стер. – Омск: СибАДИ, 2014. – 272 с.
5. Галдин, Н.С. Многоцелевые гидроударные рабочие органы дорожно-строительных машин: Монография / Н.С. Галдин. – Омск; Изд-во СибАДИ, 2005. – 223 с.
6. Галдин, Н.С. Элементы объемных гидроприводов мобильных машин. Справочные материалы: уч. пособие / Н.С. Галдин. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 127 с.
7. Добровольский, В.А. Детали машин / В.А. Добровольский [и др.]. – М.: Машгиз, 1959. – 581 с.
8. Электронный ресурс. – Режим доступа: URL: <http://www.urb2-5a.ru/gidrobur2>.

AUTOMATED CALCULATION OF PRESSURE LOSSES IN VOLUMETRIC HYDRAULIC DRIVE

I.M. Murseev, Y.I. Privalova

Abstract. Computer aided design is the process by which all or part of the design solutions obtained using computer technology. One of the main model of computer aided design problems is to calculate or univariate analysis. This paper describes how the authors developed the software package "The Calculation of pressure losses in the hydraulic lines of the hydraulic drive of volumetric" in the programming environment Visual Basic. On the basis of the implemented application improves a number of works on calculation and design of a volumetric hydraulic actuator, and the computational experiment based on real technical data.

Keywords: volumetric hydraulic actuator, automated calculation, computer aided design, programming environment Visual Basic.

References

1. Norenkov I.P. *Osnovy avtomatizirovannogo proektirovaniya* [Basics of computer-aided design]. Moscow, MGTU im. N.Je. Baumana, 2006. 448 p.
2. Andreev L.N., Bortyakov D.E., Meshheryakov S.V. *Sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya* [Computer-Aided Engineering Systems]. St. Petersburg, Izd-vo SPbGTU, 2002. 78 p.
3. Dementiev Y.V., Shchetinin Y.S. *SAPR v avtomobile- i traktorostroenii* [CAD system in the motorcar and tractor building]. Moscow, Akademiya Publ., 2004. 224 p.
4. Galdin N.S. *Gidravlicheskie mashiny, ob'emnyy gidroprivod* [Hydraulic machines, hydraulic volume]. Omsk: SibADI, 2014. 272 p.

5. Galdin N.S. *Mnogocelevye gidroudarnye rabochie organy dorozhno – stroitel'nyh mashin* [Multi-purpose working bodies of hydraulic road -building machines]. Omsk; Izd-vo SibADI, 2005. 223 p.

6. Galdin N.S. *Jelementy obemnyh gidroprivodov mobil'nyh mashin. Spravochnye materialy: uch. posobie* [Elements of volume hydraulic actuators of mobile cars. Reference materials]. Omsk: Izd-vo SibADI, 2005. 127 p.

7. Dobrovol'skij V.A. *Detali mashin* [Details of cars]. Moscow, Mashgiz, 1959. 581 p.

8. Available at: URL: <http://www.urb2-5a.ru/gidrobur2>.

Мурсеев Ильдар Мухамедович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные машины и гидропривод» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, ул. Мира, 5, e-mail: murseevoms@mail.ru).

Привалова Юлия Ивановна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, ул. Мира, 5, e-mail: priv7777@mail.ru).

Murseev I.M. (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor Hoisting-and-transport cars and a hydraulic actuator of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080 Omsk, Mira Ave. 5, e-mail: remizovich_uv@sibadi.org).

Privalova Yu.I. (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor Information technology of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080 Omsk, Mira Ave. 5, e-mail: priv7777@mail.ru).

УДК 629.084

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ УПЛОТНЯЕМОЙ УПРУГО ВЯЗКОЙ ПЛАСТИЧНОЙ СРЕДЫ

С.В. Савельев¹, В.В. Михеев², А.С. Белодед¹

¹ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

²Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Россия, г. Омск.

Аннотация. Статья посвящена исследованиям процесса динамического деформирования уплотняемой грунтовой среды. Предлагается оригинальный подход к моделированию данного процесса. Уплотняемая среда рассматривается в виде упруговязкопластичного тела, деформируемого внешней периодической силой. В качестве элементов характеризующих реологические свойства такой среды, выбраны элементы: Гука, Ньютона и Сен-Венана. Модель позволяет исследовать напряженно-деформируемое состояние среды в процессе деформирования по всей толщине уплотняемого слоя. Реализация предложенного модельного подхода позволяет повысить энергоэффективность процесса уплотнения, выбрать рациональные режимы протекания данного процесса и параметры уплотнителя.

Ключевые слова: деформация, уплотнение, среда, исследования, процесс.

Введение

Описание деформационных процессов, в том числе и процесса уплотнения различных сред описываемых упруго вязко пластичными свойствами, является достаточно сложной задачей. Изменение напряжений и деформаций в среде, вследствие приложения к ней внешних сил, приводит к изменению её физико-механических свойств.

Среду, в процессе её уплотнения, можно представить в виде элементарного упруго вязко пластичного столба [1, 2, 3].

$$\sigma_{el} + \sigma_{pl} + \sigma_v = (F_o \sin \omega t + F_{cm}) / S, \quad (1)$$

где σ_{el} – напряжения, обусловленные упругими деформациями, Па (реологическая модель Гука); σ_{pl} – напряжения, обусловленные пластическими деформациями, Па (реологическая модель Сен-Венана); σ_v – напряжения, обусловленные вязким сопротивлением деформированию, Па (реологическая модель Ньютона); F_o – амплитуда внешней периодической силы, Н; $F_{ct} = Mg$ – сила тяжести рабочего органа, Н; ω – частота колебаний, c^{-1} ; S – площадь пятна контакта, m^2 .

$$\sigma_{el} = E_y \frac{\Delta x}{h_0}, \quad (2)$$

где E_y – модуль упругости среды, Па; h_0 – начальная толщина среды, м; Δx – величина смещения среды относительно недеформированного состояния.

В качестве координат смещения среды можно выбирать текущее положение сосредоточенной массы среды, однако в нашем случае, более удобной является величина смещения среды относительно недеформированного состояния $\Delta x = x - x_0$, где x_0 – координата несмещённой сосредоточенной массы.

$$\sigma_{pl} = \Theta(\sigma - \sigma_m) \frac{\Delta x}{h_0}, \quad (3)$$

где Θ – функция Хевисайда, $\Theta(x) = (\text{sign}x + 1) / 2$; σ – напряжения, возникающие в грунтовой среде от внешних сил, Па; σ_T – напряжения предела текучести среды, Па.

$$\sigma_v = \eta \frac{d\Delta \dot{x}}{dx}, \quad (4)$$

где η – вязкость среды, Hc/m^2 .

Реологическое уравнение движения упруго вязкой пластичной среды (1) запишется в виде

$$E_y \frac{\Delta x}{h_0} + \Theta(\sigma - \sigma_m) \frac{\Delta x}{h_0} + \eta \frac{d\Delta \dot{x}}{dx} = (F_o \sin \omega t + F_{cm}) / S. \quad (5)$$

Для осуществления процесса динамического уплотнения на данную среду должна действовать внешняя сила, которая приводит к созданию напряжённо-деформируемого состояния (далее НДС) среды и накоплению в ней необратимых деформаций. Задача интенсификации процесса уплотнения требует принятия определённых допущений, которые без существенного изменения точности итоговых результатов позволяют проводить исследования процесса динамического деформирования среды [1].

1. Среда – это элементарный столб сосредоточенной в материальной точке массы, на которую наложены упругие и вязкие связи. Процесс виброуплотнения сводится к одномерным колебаниям данной точки, при этом характер движения рабочего органа, далее РО, известен. Показатели вязкости и жёсткости среды постоянны в течение одного цикла движения РО. Параметры движения РО выбираются из условия максимального снижения вязкого сопротивления деформированию среды.

2. Помимо сил вязкого и упругого сопротивления на среду действуют силы пластического сопротивления деформированию. Процесс виброуплотнения должен сводиться к созданию направленного движения рассматриваемой точки. Параметры движения РО должны обеспечивать максимальную скорость направленного движения точки сосредоточенной массы.

3. Рабочий орган – плоскость, совершающая гармонические колебания, допускающие представление в виде ряда Фурье. Движение среды описывается дифференциальными уравнениями, полученными из второго закона Ньютона.

4. Описание движения колебательной системы «рабочий орган - деформируемая среда» строится на основании формализма Лагранжа, диссипативная функция основания на котором расположена уплотняемая среда, не учитывается.

5. Распределение деформаций и напряжений внутри среды учитывается её представлением в виде системы материальных точек с сосредоточенными

массами, связанными между собой упруго вязко пластичными связями линейного и нелинейного характера. Процесс виброуплотнения состоит в уменьшении вибрационной вязкости системы в целом и создании направленного движения центра масс системы с максимальной скоростью.

Описание задачи

Исходя из этих допущений, рассмотрим элементарный столб уплотняемой среды, определённого объёма и массы, на который действует внешняя периодическая сила $F_0 \sin(\omega t)$ (рис. 1.). Действие периодической вынуждающей силы вибровозбудителя с частотой ω на деформируемую среду запишем в виде дифференциального уравнения движения массы среды [2, 3, 4]:

$$\rho V \Delta \ddot{x} + b_2 \Delta \dot{x} + c_2 \Delta x = F_0 \sin \omega t + F_{ct}, \quad (6)$$

где Δx – деформация среды, м; $m = \rho V$ – приведенная масса среды, кг; ρ – плотность деформируемой среды, кг/м³; V – объём деформируемого столба среды, м³; $F_{ct} = Mg$ – сила тяжести РО, Н; c_2 – жёсткость деформируемого столба среды, Н/м; b_2 – коэффициент вязкого трения деформируемого объёма, Нс/м.

$$b_2 = \frac{\eta S}{h_0}, \quad (7)$$

где η – вязкость деформируемой среды, Нс/м²; h_0 – толщина уплотняемого слоя среды, м; S – площадь пятна контакта, м².

$$c_2 = \frac{ES}{h_0}, \quad (8)$$

где E – модуль деформации среды, Па;

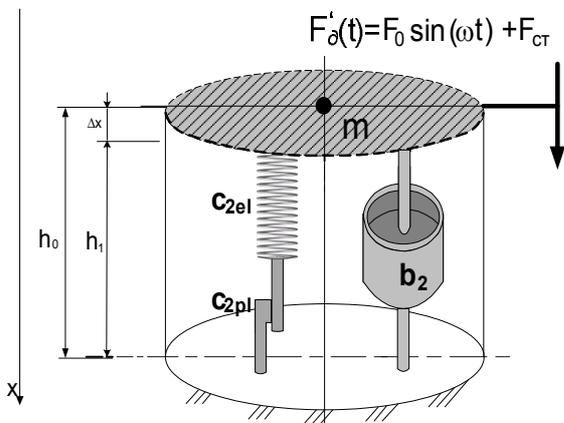


Рис. 1. Схема деформирования элементарного упруго вязко пластичного деформируемого столба среды внешней периодической силой

Поскольку модуль деформации среды характеризуется пластической и упругой деформациями [2,5], то жёсткость столба грунтовой среды также складывается из упругой и пластической составляющих.

$$c_{2el} = \frac{E_y S}{h_0}, \quad (9)$$

где E_y – модуль упругости грунтовой среды, МПа.

$$c_{2pl} = \frac{E_n S}{h_0}, \quad (10)$$

где E_n – модуль пластичности грунтовой среды, МПа.

Преобразуем уравнение (6) с целью изучения поведения деформируемой грунтовой среды при динамическом нагружении внешней периодической силой:

$$\Delta \ddot{x} + \frac{b_2}{m} \Delta \dot{x} + \frac{c_2}{m} \Delta x = \frac{F_0}{m} \sin \omega t + \frac{F_{ct}}{m}. \quad (11)$$

Очевидно, что решение уравнения (6) имеет общеизвестный вид:

$$\Delta x(t) = \frac{a_0 k \omega}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + k^2 \omega^2} + \frac{a_0 \sin(\omega t - \phi)}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + k^2}}. \quad (12)$$

Здесь деформация системы на каждом цикле, в силу соотношения между жесткостью и вязкостью, в значительной степени зависит от величины внешней силы и частоты её приложения, поэтому рассматривается решение только для вынужденных колебаний.

Постоянная сила «статического пригруза» F_{ct} , приводит к возникновению постоянного смещения (изменению точки отсчета), и ее влияние может быть учтено выбором начальных условий.

Решение уравнения (3) не представляет сложности в случае неизменных параметров $b_2, c_2 (\omega_0^2, k)$, но при меняющихся параметрах

точное решение затруднительно. Поэтому решение определяется приближением, обеспечивающим достаточную точность расчётов, с учётом принятых допущений [4, 6]. Оценка остаточных деформаций, обусловленных силами пластического сопротивления, производится следующим образом:

При деформации сжатия, когда выполняется условие $\sigma_m(t_i) < \sigma(t_i) < \sigma_{np}(t_i)$, вынуждающая сила действует как против упругих, так и пластических сил сопротивления среды, так что

$$\omega_{01}^2 = \frac{c_{2el} \cdot c_{2pl}}{c_{2el} + c_{2pl}} / m. \quad (13)$$

и определяется модулем деформации (8), соотношение между пластическими и упругими напряжениями можно выразить, используя уравнения (9, 10),

$$c_2 = \frac{c_{2el} \cdot c_{2pl}}{c_{2el} + c_{2pl}}. \quad (14)$$

На всем остальном периоде действует только упругая сила, так что

$$\omega_{02}^2 = \frac{c_{2el}}{m}. \quad (15)$$

Очевидно, что остаточная деформация на одном периоде будет равна доле неупругой деформации в амплитуде колебаний с учетом пластической силы:

$$\Delta x = \frac{a_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + k^2}}. \quad (16)$$

Поскольку реальные процессы происходят в деформируемой среде нелинейно, то изучение изменения НДС среды на примере использования одного элементарного столба не позволяет получить достаточно полной картины распределения напряжений и деформаций по всей толщине уплотняемого слоя. Поэтому слой среды необходимо рассматривать в виде нескольких элементарных соединённых столбов [7,8,9,10,11] (рис. 2), которые последовательно воспринимают нагрузку от внешней силы. В этом случае, используя вышепредложенный модельный подход, необходимо получить аналогичное решение для системы уравнений движения нескольких сосредоточенных масс. Для того, чтобы в первом приближении оценить нелинейность системы минимальное количество последовательно соединённых столбов должно быть не менее трёх.

$$\begin{cases} m_1 \Delta \ddot{x}_1 + b_2 (\Delta \dot{x}_1 - \Delta \dot{x}_2) + c_2 (\Delta x_1 - \Delta x_2) - b_1 (\Delta \dot{x}_{po} - \Delta \dot{x}_1) - c_1 (\Delta x_{po} - \Delta x_1) = F_0(t); \\ m_2 \Delta \ddot{x}_2 + b_2 (\Delta \dot{x}_2 - \Delta \dot{x}_3) - b_2 (\Delta \dot{x}_1 - \Delta \dot{x}_2) - c_2 (\Delta x_2 - \Delta x_3) - c_2 (\Delta x_1 - \Delta x_2) = m_2 g; \\ m_3 \Delta \ddot{x}_3 + b_2 \Delta \dot{x}_3 - b_2 (\Delta \dot{x}_2 - \Delta \dot{x}_3) + c_2 \Delta x_3 - c_2 (\Delta x_2 - \Delta x_3) = m_3 g. \end{cases} \quad (17)$$

где Δx_i – деформация соответствующего элементарного стержня среды, м; $m_i = \rho_i V_i$ – соответствующая приведенная масса стержня, кг; ρ_i – плотность соответствующего элементарного стержня, кг/м³; V_i – объём соответствующего элементарного стержня, м³; h_0 – толщина уплотняемого слоя среды, м; S – площадь контакта, м²; E – модуль деформации среды, Па; b_2 – коэффициент вязкого трения деформируемого столба среды, Нс/м; c_2 – жёсткость деформируемого столба среды, Н/м; η_2 – вязкость деформируемой среды, Нс/м²; $F_0(t)$ – внешняя периодическая сила, Н.

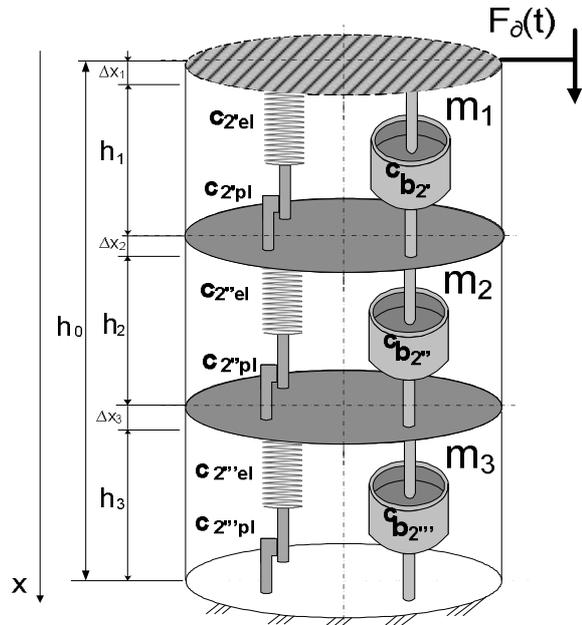


Рис. 2. Деформирование грунтовой среды внешней периодической силой в виде нескольких элементарных столбов

В соответствии с выбранным модельным подходом и принятыми допущениями, циклический процесс приводит к накоплению пластических деформаций: уплотнению среды, так что суммарная деформация составит

$$\Delta x = \sum_{i=1}^n \Delta x_i . \quad (18)$$

Изменение параметров среды от деформации происходит на каждом периоде, когда вязкость и жесткость пересчитываются для новых значений высоты деформируемого столба и его эффективной площади (с учетом угла внутреннего трения).

Суммарная работа на уплотнение считается законченной при достижении граничных условий (заданного коэффициента уплотнения).

$$\frac{\rho_0}{\rho_{\text{конеч}}} = \frac{h_0 - \Delta x}{h_0} = k_y, \quad (19)$$

где ρ_0 – начальная плотность деформируемой среды, кг/м³; $\rho_{\text{конеч}}$ – конечная (нормативная) плотность среды, кг/м³.

Исходя из выражения для величины полной деформации (18) и учитывая граничные условия процесса уплотнения среды (19), определим необходимое количество циклов приложения нагрузки n для достижения граничных условий.

Число циклов n , необходимых для этого, с учётом работ Хархуты Н. Я., Калужского Я. А., Пермякова В. Б. и др., [5, 12, 13, 14] определяет время работы

$$t = 2\pi n / \omega . \quad (20)$$

Соответствующая скорость уплотнителя, с учётом времени и частоты приложения внешней силы, для достижения необходимой плотности деформируемой среды определится, как

$$v = \frac{d}{t} , \quad (21)$$

где d – продольный параметр пятна контакта рабочего органа со средой, м.

В первом приближении d может быть найден, как

$$d = S / L , \quad (22)$$

где L – ширина рабочего органа уплотнителя, м.

Напряжения для каждого цикла, возникающие в деформируемой грунтовой среде, определяются:

$$\sigma_i = \frac{F_i}{S_i} = \frac{c_{2i} \Delta x_i}{S_i(x)} . \quad (23)$$

Заключение

Предложенный модельный подход даёт возможность провести полномасштабные теоретические исследования процесса динамического деформирования упруго вязко пластичных сред различными силовыми рабочими органами уплотнителей. Анализ результатов математического моделирования позволяет определить рациональные параметры рабочего органа уплотнителя, величину внешней периодической силы и частоту её приложения, с учётом свойств деформируемой среды. Работы проводятся в рамках проектной части государственного задания на научные исследования Министерства образования и науки Российской Федерации.

Библиографический список

1. Баловнев, В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин: учеб. пособие для студентов вузов / В.И. Баловнев. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.: ил.
2. Овчинников, П.Ф. К теории вибрационных машин с учётом влияния обрабатываемой среды/ П. Ф. Овчинников // Прикладная механика. – 1965. – №7. – С. 84 – 90.
3. Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко, Д. Х. Янг, У. Уивер; под ред. Э. И. Григолюка; пер. с англ. Л. Г. Корнейчука. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
4. Савельев, С.В. Исследования напряжённо-деформированного состояния упруго-вязкой среды при вибрационном нагружении / С.В. Савельев, В.В. Михеев // Вестник СибАДИ. 2012. – №3 (25). – С. 83 – 87.
5. Хархута, Н.Я. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог / Н.Я. Хархута, Ю.М. Васильев. – М: Транспорт, 1975 – 285 с.
6. Савельев С.В. Исследования деформирования упруговязкой среды при ударном нагружении / С.В. Савельев, В.В. Михеев // Вестник СибАДИ. – № 4 (26). – 2012. – С. 100 – 103.
7. Попов, Г.Н. Выбор параметров прицепных вибрационных катков / Г.Н. Попов, Н.Я. Хархута // Строительные и дорожные машины. – 1972. – № 1. – С. 16-17.
8. Савельев С.В. Модель взаимодействия рабочего органа вибрационного катка с уплотняемой средой/ С.В. Савельев, С.А. Милушенко, А.Г. Лашко // Механизация строительства. – 2013. – № 1 (823). – С. 24-28.

9. Овчинников, П.Ф. Виброреология / П.Ф. Овчинников. – Киев: Наук. Думка, 1983. – 272 с.

10. Яблонский А.А. Курс теории колебаний: учеб. пособие для студентов вузов / А.А. Яблонский, С. С. Норейко. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1975. – 248 с.

11. Kopf, Fritz. Modelling and simulation of heavy tamping dynamic response of the ground / Fritz Kopf, Ivan Paulmichl, Dietmar Adam // From Research to Design in European Practice, Bratislava, Slovak Republic, on June 2-4, 2010 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http:// publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_186214.pdf](http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_186214.pdf)

12. Калужский, Я.А. Закономерности укатки грунтовых слоёв жёсткими катками/ Я.А. Калужский // Труды / ХАДИ. – Харьков, 1959. – Вып. 20. – С. 34–36.

13. Пермяков, В.Б. Совершенствование теории, методов расчёта и конструкций машин для уплотнения асфальтобетонных смесей: дис. ... д-ра техн. наук / В.Б. Пермяков; СибАДИ. – Омск, 1990. – 485 с.

14. Michael C. McVay, Evaluating thick lift limerock-base course SR-826: Report, Draft Final Report April 2005. – Miami Florida, 2005. – 92 p.

MATHEMATICAL MODEL OF DYNAMIC DEFORMATION OF COMPACTED ELASTIC VISCOUS PLASTIC MEDIUM

S.V. Saveliev, V.V. Miheev, A.S. Beloded

Abstract. The article is devoted to research of dynamic deformation of soil sealing process environment. An original approach to the modeling of the process. Sealing medium is regarded as elasticviscoelastic body, a deformable external periodic force. As the elements characterizing the rheological properties of such a medium, selected elements before it: Gooke, Newton and Saint-Venant. The model allows us to investigate the stress-strain state of the environment in the process of deformation of the entire thickness of up-lotnyaemogo layer. Implementation of the proposed modeling approach allows the rose-Sit seal the energy efficiency of the process, select the modes of rational flow of the process and the parameters of the compactor.

Keywords: deformation, sealing, medium, research, process.

References

1. Balovnev V.I. *Modelirovanie processov vzaimodejstvija so sredoj rabochih organov dorozhno-stroitel'nyh mashin* [Modeling of processes of interaction with the circle of workers of bodies of road-building cars: studies. a grant for students of higher education institutions]. Moscow, Vysshaja shkola, 1981. 335 p.

2. Ovchinnikov P.F. K teorii vibracionnyh mashin s uchjotom vlijanija obrabatyvaemoj sredy [To the theory of vibration cars taking into account influence processed by Wednesday]. *Prikladnaja mehanika*, 1965, no 7. pp. 84 – 90.

3. Timoshenko S.P. *Kolebanija v inzhenernom dele* [Fluctuations in engineering]. S. P. Timoshenko, D. H. Jang, U. Uiver; pod red. Je. I. Grigoljuka; per. s angl. L. G. Kornejchuka. Moscow, Mashinostroenie, 1985. 472 p.

4. Savel'ev S.V., Miheev V.V. Issledovanija naprjazhjonno-deformirovannogo sostojanija uprugovjazkoj sredy pri vibracionnom nagruženii [Researches of the intense deformed condition of the elastic and viscous environment at vibration loading]. *Vestnik SibADI*, Omsk, SibADI, 2012, no 3 (25). pp. 83 – 87.

5. Harhuta N.Ja. Vasil'ev Ju.M. *Prochnost', ustojchivost' i uplotnenie gruntov zemjanogo polotna avtomobil'nyh dorog* [Prochnost, stability and consolidation of soil of a road bed of highways]. Moscow, Transport, 1975. 285 p.

6. Savel'ev S.V., Miheev V.V. Issledovanija deformirovanija uprugovjazkoj sredy pri udarnom nagruženii [Researches of deformation of the uprugovjazky environment at shock loading]. *Vestnik SibADI*, no 4 (26), 2012. pp. 100 – 103.

7. Popov G.N., Harhuta N.Ja. Vybore parametrov pricepnyh vibracionnyh katkov [Choice of parameters of hook-on vibration skating rinks]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 1972, no 1. pp. 16-17.

8. Savel'ev S.V., Miljushenko S.A., Lashko A.G. Model' vzaimodejstvija rabocheho organa vibracionnogo katka s uplotnjaemoj sredoj [Model of interaction of working body of a vibration skating rink with the condensed environment]. *Mehanizacija stroitel'stva*, 2013, no 1 (823). pp. 24-28.

9. Ovchinnikov P.F. *Vibrareologiya* [Vibrorheology]. Kiev, Nauk. Dumka, 1983. 272 p.

10. Yablonsky A.A., Noreyko S.S. *Kurs teoryi kolebanyi* [Course of the theory of fluctuations: studies. a grant for students of technical colleges]. Moscow, Vysshaja shkola, 1975. 248 p.

11. Kopf Fritz. Modelling and simulation of heavy tamping dynamic response of the ground / Fritz Kopf, Ivan Paulmichl, Dietmar Adam // From Research to Design in European Practice, Bratislava, Slovak Republic, on June 2-4, 2010. Available at: [http:// publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_186214.pdf](http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_186214.pdf)

12. Kaluzhskij Ja.A. Zakonomernosti ukatki gruntovyh slojov zhjostkimi katkami [Regularities of an ukatka of soil layers rigid skating rinks]. *Trudy/ HADI*. Har'kov, 1959. no 20. pp. 34–36.

13. Permjakov V.B. Sovershenstvovanie teorii, metodov raschjota i konstrukcij mashin dlja uplotnenija asfal'tobetonnyh smesej dis. d-ra tehn. nauk [Improvement of the theory, methods of calculation and designs of cars for consolidation of asphalt concrete mixes dis. d-ra tehn. nauk]. Omsk, 1990. 485 p.

14. Michael C. McVay, Evaluating thick lift limerock-base course SR-826: Report, Draft Final Report April 2005. Miami Florida, 2005. 92 p.

Савельев Сергей Валерьевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, доцент. профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» (ЭСМИК), ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Михеев Виталий Викторович (Россия, г. Омск) – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Комплексная защита информации» (КЗИ) ФГБОУ ВПО ОмГТУ (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: vvm125@mail.ru).

Белодед Александр Сергеевич (Россия, г. Омск) – магистрант кафедры Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве (ЭСМИК) ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sashabeloded123@gmail.com).

Savel'ev Sergey Valeryevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, the associate professor. professor of "Operation and Service of Transport Technological Machines and Complexes in Construction" department (ESMIK), of

The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Mihev Vitalyi Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of physical and mathematical sciences, the associate professor "Complex Information Security" (CIS) Omsk state technical university (644050, Omsk, Mira Ave., 11, e-mail: vvm125@mail.ru).

Beloded Alexander Sergeyevich Russian Federation, Omsk) – undergraduate of the Operation department and service of transport technological machines and complexes in construction (ESMIK) of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: sashabeloded123@gmail.com).

УДК 004.9

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА

Е.В. Селезнева, Т.А. Юрина
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия.

Аннотация. Рассмотрены виды технологических систем, применяемых в практике строительного производства, раскрывается понятие критерия эффективности, сформулированы требования к критериям эффективности, предназначенным для технологических решений, позволяющие достичь оптимального решения. Представлены виды задач оптимального проектирования и приведен пример построения математической модели проектирования оптимального состава бетонной смеси. Приведен фрагмент алгоритма и результат поиска оптимального решения.

Ключевые слова: проектирование, оптимизация, система, математическая модель.

Введение

Для успешного применения математических методов и управления технологией производства большое значение имеют правильная оценка технологических факторов и выбор соответствующих критериев. В ряде случаев это требует совершенствования существующих методов определения свойств материалов и параметров технологических процессов, разработки таких методов испытаний и выбора параметров и характеристик материалов, которые отвечают по точности и достоверности применяемым методам математических исследований и анализу технологических систем.

Виды технологических систем

Системы можно разделить на два класса: детерминированные и стохастические, хотя в практике производства исследуемые системы часто не делятся столь четко [1].

К детерминированным относят системы, в которых составные части взаимодействуют точно предвидимым образом. При исследовании детерминированной системы не возникает никакой неопределенности. Изменение одного из элементов системы на некоторую величину всегда вызывает изменение другого или других на строго определенную величину. Если величина какого-то технологического фактора X_i изменится на ΔX_i , то свойство Y_j всегда изменится на ΔY_j .

Для стохастической (вероятностной) системы нельзя сделать точного детального предсказания. Такую систему можно тщательно исследовать и установить с большой степенью вероятности, как она будет себя вести в любых заданных условиях. Однако система все-таки остается неопределенной и любое предсказание относительно ее поведения никогда не может выйти из логических рамок вероятностных

категорий, с помощью которых это поведение описывается. В стохастических системах изменение одного из элементов не всегда вызывает изменение другого (связанного с ним), а только в некоторых случаях. Если X_i изменился на ΔX , то R_k изменится на $\Delta R + \varphi$, где φ – случайная величина. Если под действием случайности $\varphi = -\Delta R$, то влияние X_i на R_k вообще в данном наблюдении обнаружено не будет.

В технологических процессах стохастические системы имеют большое распространение. Например, распределение составляющих и элементов структуры подчиняется вероятностно-статистическим закономерностям, роль случайного эффекта возрастает при увеличении объемов (при переходе от лабораторных образцов к изделиям), а также при переходе от единичной к массовой продукции.

В технологической системе действует большое число взаимосвязанных факторов X_i . Из них только часть можно учесть детерминированно, а остальные факторы всегда создадут случайный эффект, поэтому использование стохастических систем позволяет успешно решать многие задачи управления качеством и производством.

При этом вопрос формулировки цели решается в каждом отдельном случае на основе технологических и экономических условий. Целью может быть, например, достижение оптимального качества продукта и поддержание его на этом уровне с максимальной стабильностью. Средством к достижению цели является управление технологическими факторами X_i , действующими в технологии как в сложной стохастической системе.

Необходимо прийти к цели, например, получению заданной прочности R , выбирая вид основных компонентов продукта (например, бетона), его рецептуры, тип оборудования и режимы работы.

Критерий эффективности

Степень достижения цели характеризует показатель, который называют критерием эффективности или оптимальности. В качестве критерия могут быть выбраны различные показатели: прочность или другие свойства бетона, производительность завода или цеха, себестоимость продукции и др. Выбор критерия определяется назначением рассматриваемой системы. Каждому варианту решения соответствует определенное значение выбранного критерия, и задача оптимального управления

состоит в том, чтобы выбрать и реализовать такой вариант, при котором критерий имеет экстремальное (максимальное или минимальное) значение при данных условиях производства.

Для определения критерия эффективности используют функцию

$$I=f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где x_i – все факторы, существенным образом влияющие на исследуемый процесс. Эту функцию обычно называют целевой, а в математической теории эксперимента – функцией отклика.

Задается лишь один критерий эффективности, ибо при определенном варианте решения можно добиться экстремума лишь одного критерия и невозможно, чтобы два произвольно заданных критерия достигали экстремума одновременно, если нет случайного совпадения. В некоторых случаях могут приниматься компромиссные решения, расположенные в зоне Δx , когда за счет некоторого снижения критерия I_1 достигается рост I_2 (рис. 1).

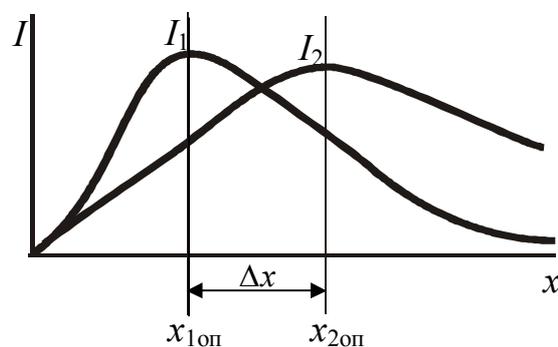


Рис. 1. Критерии эффективности и зона оптимальных решений

Неверны требования такого типа: «достигнуть максимальной прочности бетона при минимальном расходе цемента». Корректной является постановка задачи например в такой формулировке: «достигнуть максимальной прочности бетона при условии, если расход цемента C не превысит $C_{кр}$, а технологический параметр S не выйдет за пределы $S_{кр}$ ». В такой формулировке указан не только критерий эффективности, но и пределы, в которых могут изменяться управляемые факторы, т.е. даны их ограничения.

Во всех реальных ситуациях на технологические факторы наложены определенные ограничения, т.е. $(x_i)_{min} < x_i$

$\langle x_i \rangle_{\max}$. Например, подвижность бетонной смеси должна быть в пределах, обеспечивающих ее плотную укладку без расслоения, температура тепловлажностной обработки бетона при атмосферном давлении не должна быть более 100°C и т.д. Кроме того, обычно имеют место ограничения материальных ресурсов (количество и качество сырья, типы оборудования, финансовые и трудовые возможности и т.д.) и времени для достижения цели [2, 3].

К критериям эффективности, предназначенным для технологических решений, предъявляется ряд требований:

1) критерий должен характеризовать эффективность технологии с учетом конечной цели производства, а не отдельных его этапов, однако в сложных системах при использовании ступенчатой оптимизации допускается применение разных критериев на каждом этапе;

2) критерий должен быть количественным и однозначным, причем желательно, чтобы он имел физический смысл и легко вычислялся (если у критерия нет числовой оценки, то, как исключение, допустимо применение рангов 1, 2, ... по некоторым формализованным шкалам);

3) критерий должен обладать статистической эффективностью, которая характеризуется нечувствительностью критерия к малым случайным воздействиям и минимальной (в пределах метрологической

точности) ошибкой воспроизводимости для параллельных опытов в одной серии;

4) критерий по возможности должен обладать универсальностью, т.е. учитывать и экономическую, и техническую стороны технологии (например, относительная прочность бетона на единицу расхода цемента, более универсальный критерий, чем абсолютная прочность бетона).

Правильный выбор критерия эффективности – необходимое условие успешного принятия оптимального решения.

Задачи оптимального проектирования

Наличие ограничений позволяет сформулировать два типа задач оптимизации [1]:

1) достижение заданного уровня критерия эффективности при минимальном расходе ресурсов или получение технических характеристик не хуже заданных при минимизации стоимости (например, подбор состава заданной марки бетона при минимальном расходе цемента);

2) достижение максимального уровня критерия эффективности при полном расходе выделенных для достижения цели ресурсов или обеспечение при стоимости, не превышающей заданную, максимизацию технических характеристик (например, достижение заводом максимального выпуска бетона при определенных запасах цемента).

Таким образом, задачу оптимального проектирования можно представить в виде целевой функции и системы ограничений:

1)

$$\left. \begin{aligned} F_1 = C(\bar{x}) \rightarrow \min \\ C(\bar{x}) = f_1(T(\bar{x})) \\ \min \bar{x} \leq \bar{x} \leq \max \bar{x} \\ T(\bar{x}) \geq T_{\text{зад}} \end{aligned} \right\}$$

2)

$$\left. \begin{aligned} F_2 = T(\bar{x}) \rightarrow \max \\ T(\bar{x}) = f_2(C(\bar{x})) \\ \min \bar{x} \leq \bar{x} \leq \max \bar{x} \\ C(\bar{x}) \leq C_{\text{зад}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где \bar{x} – параметры объекта проектирования; $C(\bar{x})$ – экономические характеристики; $T(\bar{x})$ – технические характеристики.

При оптимальном проектировании важными элементами математической модели являются зависимости между параметрами объекта проектирования, как в форме ограничений, так и целевой функции. Такие зависимости могут быть теоретическими и статистическими [4,5]. Если теоретические зависимости отсутствуют, то

необходимые соотношения можно определить на основании имеющихся статистических данных. Для этого определяют вид аналитической зависимости и с помощью метода наименьших квадратов определяют конкретный вид принятых зависимостей.

Полученные аналитические зависимости называются уравнениями регрессии и в общем случае имеют вид

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2)$$

В своем исследовании мы будем решать задачу оптимизации первого типа.

Рассмотрим в качестве примера проектирование оптимального состава тяжелого бетона. Параметрами объекта проектирования (состава бетонной смеси) выберем следующие данные (расход материалов указан для приготовления 1 м³ бетонной смеси):

- 1) удобоукладываемость бетонной смеси (OK), см;
- 2) соотношение по массе между мелким и крупным заполнителем (Π/Ψ);
- 3) водоцементное отношение (B/Π);
- 4) водопотребность бетонной смеси (B), л;
- 5) расход песка (Π), кг;
- 6) расход цемента (Π), кг;
- 7) расход крупного заполнителя (Ψ), кг;
- 8) расход добавки (D), кг;
- 9) плотность песка (ρ_{Π}), кг/м³;
- 10) плотность цемента (ρ_{Π}), кг/м³;
- 11) плотность крупного заполнителя (ρ_{Ψ}), кг/м³;
- 12) плотность добавки (ρ_D), кг/м³.

В качестве экономических характеристик бетонной смеси выберем ее себестоимость: бетон без добавки

$$C(X) = f(\Pi, \Psi, B) = C_{\Pi}\Pi + C_{\Psi}\Psi + C_B B, \quad (3)$$

— бетон с добавкой

$$C(X) = f(\Pi, \Psi, B, D) = C_{\Pi}\Pi + C_{\Psi}\Psi + C_B B + C_D D, \quad (4)$$

где C_{Π} , C_{Ψ} , C_B , C_D – стоимость цемента, песка, щебня, воды и добавки, соответственно (руб/кг).

В качестве технических характеристик бетонной смеси ($T(\bar{x})$) можно выбрать прочность бетона при сжатии ($R_{сж}$), плотность бетона (ρ_B), морозостойкость (F) или другое свойство бетона.

Между объемом бетонной смеси и параметрами объекта проектирования существует теоретическая зависимость [6]

$$V = \frac{\Pi}{\rho_{\Pi}} + \frac{\Psi}{\rho_{\Psi}} + \frac{D}{\rho_D} + B. \quad (6)$$

Для определения зависимости между свойствами бетона и параметрами объекта

проектирования была произведена обработка статистических данных, в результате которой были получены соответствующие уравнения регрессии [7,8].

Таким образом, математическая модель проектирования оптимального состава бетонной смеси будет иметь следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} f = C(\bar{x}) &= C_B B + C_{\Pi}\Pi + C_{\Psi}\Psi + C_D D \rightarrow \min; \\ \min_{OK} &\leq OK \leq \max_{OK}; \\ \min_B &\leq B \leq \max_B; \\ \min_{\Pi} &\leq \Pi \leq \max_{\Pi}; \\ \min_{\Pi/\Psi} &\leq \Pi/\Psi \leq \max_{\Pi/\Psi}; \\ \min_D &\leq D \leq \max_D; \\ B/\Pi &= B/\Pi_{зад}; \\ V &= \frac{\Pi}{\rho_{\Pi}} + \frac{\Psi}{\rho_{\Psi}} + \frac{D}{\rho_D} + B = 1000; \\ T(\bar{x}) &= f(\Pi, B/\Pi, \Pi/\Psi, D) \geq T_{зад}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Минимальный и максимальный расход воды и цемента, диапазон значений для добавки определяются с учетом требований СНиП и ГОСТ по подбору состава бетонной смеси в зависимости от крупности зерен заполнителя, удобоукладываемости бетонной смеси, требуемой прочности бетона и активности цемента. Значение водоцементного отношения определяется по формуле

$$B/\Pi = f(R_u, R_b) = \frac{0,35R_{\Pi}}{R_b + 0,03R_{\Pi}}. \quad (8)$$

Диапазон значений удобоукладываемости задается в соответствии с требованиями по удобоукладываемости проектируемой бетонной смеси.

Построенная математическая модель проектирования оптимального состава бетонной смеси (7) использовалась при поиске оптимального решения, фрагмент алгоритма которого показан на рисунке 2. Например, необходимо спроектировать состав тяжелого бетона заданной прочности при сжатии ($R_{сж}=30$ МПа) с минимальной себестоимостью при заданных ограничениях (рис. 3). В результате получено решение с себестоимостью 2869,09 руб. (см. рис. 3).

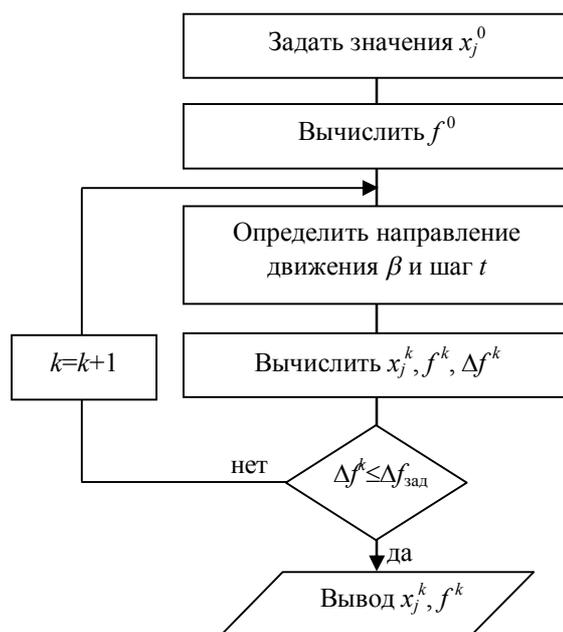


Рис. 2. Фрагмент алгоритма поиска оптимального решения

Наибольший размер зерен крупного заполнителя, мм	40				
R _ц , МПа	37,5				
R _{сж} , МПа	30				
Себестоимость, руб	2869,09				
	расход, кг	цена, руб/т	плотность	min	max
Вода	164,89	10	1	156,61	164,89
Цемент	330,88	4500	3,1	330,88	400,00
Песок	635,31	414	2,65		
Щебень	1270,45	878	2,6		
В/Ц	0,50			0,42	0,5
П/Щ	0,50			0,3	0,5
Объем, л	1000	Подвижность смеси		2	4

Рис. 3. Фрагмент окна оптимизации состава тяжелого бетона

Вывод

Таким образом, для проектирования оптимальных параметров технологических процессов, необходимо выбрать критерий эффективности, определить зависимости между параметрами объекта проектирования и построить математическую модель задачи оптимального проектирования.

Представленный алгоритм поиска оптимального решения позволяет оптимизировать технологический процесс изготовления некоторого продукта, в нашем случае в качестве примера был рассмотрен тяжелый бетон.

Библиографический список

1. Острейковский, В.А. Теория систем / В.А. Острейковский – М.: Высш. школа, 1997. – 240 с.
2. Еремин, И.И. Теория линейной оптимизации / И.И. Еремин – Екатеринбург: Екатеринбург, 1999. – 312 с.
3. Численные методы / Н.С. Бахвалов и др. – М.: Наука, 1987. – 600 с.
4. Современные методы оптимизации композиционных материалов / В.А. Вознесенский и др. – К.: Будівельник, 1983. – 144 с.
5. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0 / Б.Я. Курицкий – СПб.: ВHV-Санкт-Петербург, 1997. – 384 с.
6. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учебник /

Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 500 с.

7. Автоматизированное планирование и обработка результатов многофакторного эксперимента / Е.В. Селезнева и др. // «Инновационное развитие России: проблемы и перспективы»: сборник статей IV Международной научно-практической конференции / МНИЦ ПГСХА. – Пенза, 2015. – С. 47-51.

8. Селезнева Е.В. Разработка системы автоматизированного планирования эксперимента и обработки его результатов / Е.В. Селезнева, Т.А. Юрина // Вестник Сибирского отделения Академии военных наук. – Омск, 2015. – № 30. – С. 167-172.

AUTOMATION SEARCH OPTIMAL PARAMETERS OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE OBJECT

E.V. Selezneva, T.A. Yurina

Abstract. This article describes the kinds of technological systems used in the practice of production, revealed the concept of efficiency criteria, the requirements to performance criteria, designed for technology solutions that achieve optimal solutions. Presented kinds of problems of optimum design and is an example of a mathematical model of designing the optimal composition of the concrete mix. A fragment of the algorithm and the result of finding the optimal solutions.

Keywords: design, optimization, system, mathematical model

References

1. Ostreykovsky V.A. *Teorija sistem* [Systems theory]. Moscow, Vysshaja shkola, 1997. 240 p.

2. Eremin I.I. *Teorija linejnoj optimizacii* [The theory of linear optimization]. Ekaterinburg, "Ekaterinburg", 1999. 312 p.

3. Bahvalov N.S., Zhidkov N.P., Kobelkov G.M. *Chislennye metody* [Numerical methods]. Moscow, Nauka, 1987. 600 p.

4. Voznesensky V.A., Ascension V.A., Broken V.M., Kersh V.Y. *Sovremennye metody optimizacii kompozicionnyh materialov* [Modern methods of optimization of composite materials]. Kiev, Budivelnik, 1983. 144 p.

5. Kuritsko B.J. *Poisk optimal'nyh reshenij sredstvami Excel 7.0* [The search for optimal solutions

by means of Excel 7.0]. Sankt-Peterburg, BHV-Saint Petersburg, 1997. 384 p.

6. Bazhenov Y.M. *Tehnologija betona: uchebnik* [Concrete Technology: tutorial]. Moscow, Publishing House of the DIA, 2003. 500 p.

7. Selezneva E.V., Yurina T.A. *Avtomatizirovannoe planirovanie i obrabotka rezul'tatov mnogofaktornogo jeksperimenta* [Automated scheduling and processing the results of multivariate experiment]. Sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Innovacionnoe razvitie Rossii: problemy i perspektivy" [A collection of articles IV International scientific-practical conference Innovative development of Russia: problems and prospects]. MNIC PGSHA, Penza, 2015, pp. 47-51.

8. Selezneva E.V., Yurina T.A. *Razrabotka sistemy avtomatizirovannogo planirovanija jeksperimenta i obrabotki ego rezul'tatov* [The development of computer-aided experimental design and processing of the results]. *Vestnik Sibirskogo otdelenija Akademii viennih nauk*, Omsk, 2015, no 30. pp. 167-172.

Селезнева Елена Викторовна (Омск, Россия) – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: eselez@yandex.ru).

Юрина Татьяна Александровна (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: Sankova_Tanja@mail.ru).

Elena V. Selezneva (Omsk, Russian Federation) – candidate of pedagogical sciences, associate Professor, Department of Information technologies of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: eselez@yandex.ru).

Tatiana .A. Yurina (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate Professor, Department of Information technologies of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: Sankova_Tanja@mail.ru).

РАЗДЕЛ V

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 331.44

ЭТИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ

Н.Л. Аширбагина, А.И. Ковалев, О.В. Фрик
ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,
Омский филиал, Россия, г. Омск.

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены этико-организационные аспекты предоставления государственных и муниципальных услуг населению как первичной функции деятельности органов государственного и муниципального управления. Исходя из того что, именно по качеству оказания публичных услуг граждане оценивают эффективность деятельности органов государственного управления и органов местного самоуправления в статье показаны практические проблемы предоставления таких услуг и пути их решения.*

***Ключевые слова:** государственное и муниципальное управление, сфера услуг, административная этика, этический кодекс.*

Введение

Качество предоставляемых государственных и муниципальных услуг является главным мерилом отношения населения к власти. Гражданин судит о работе органов власти и местного самоуправления в целом по тому, как ему оказываются государственные и муниципальные услуги. Исходя из действующего законодательства, под государственными и муниципальными услугами понимаются услуги, предоставляемые человеку в месте его проживания или вблизи от него, за обеспечение которых несут ответственность органы государственного управления и органы местного самоуправления.

На государственном уровне - это практически любые действия органа власти, которые он обязан выполнить в отношении гражданина или организации, все, на что получатель имеет право при наличии соответствующих условий, что он вправе потребовать от государства по закону: выдача паспорта, пособия; регистрация в качестве безработного; регистрация недвижимости; регистрация СМИ; регистрация брака; предоставление субсидий, выписок, справок; информирование; консультирование; рассмотрение обращений; дача разъяснений; иные виды услуг.

На нормативном уровне законодатель установил перечень услуг, который включает

в себя сферы деятельности, составляющие приоритетные направления в рамках реализации государственных программ: образование; здравоохранение; культура; архивный фонд; интеллектуальная собственность. Приоритетными направлениями деятельности субъектов РФ в части предоставления услуг в соответствии с государственным заказом наряду с вышеуказанными являются: социальное обслуживание населения; жилищно-коммунальное хозяйство; труд и занятость; физкультура и спорт; строительство [1].

Предоставление государственных и муниципальных услуг нуждается в дальнейшем совершенствовании. При оказании услуг граждане встречаются с различными нарушениями, в частности, с нарушениями норм профессиональной этики, которые основываются на подмене (иногда произвольной) государственных интересов частными, ведомственными или корпоративными, а порой и личными.

Этические аспекты государственной и муниципальной службы

Административная этика как вид профессиональной этики и как кодекс поведения государственных и муниципальных служащих предписывает определенный тип нравственных отношений, которые представляются оптимальными с точки зрения отправления работниками аппарата государственных и муниципальных органов своей профессиональной службы.

Этика в сфере государственного и муниципального управления охватывает широкий круг вопросов, от оценки целей, мотивов, особенностей участников управляющего воздействия, общества и отдельных граждан в управлении до уровня различных форм международного сотрудничества в сфере государственно-административного управления. Возможные проблемы этического порядка в этой сфере прямо связаны с анализом отношений в системе "власть – общество – человек", основу которых должны составлять общечеловеческие, общецивилизационные принципы и нормы (такие как долг, честь, ответственность, уважение к людям).

При оказании государственных и муниципальных услуг населению наиболее часто встречаются следующие нарушения [2]: конфликты, связанные с деятельностью должностных лиц. Они проявляются в демонстрации чиновниками власти по отношению к гражданам, которые обращаются в государственные органы. Источником такого конфликта является недооценка важности интересов граждан в работе органов исполнительной власти. Почти половина граждан (48,8%) считает, что они совершенно не защищены от административного произвола, 45,9% считают, что у власти нет желания сотрудничать с гражданами; 59,6% полагают, что административная система страны сегодня не способна эффективно оказывать услуги обществу и отдельным гражданам, а госслужащие и муниципальные защищают собственные интересы (60,8%), интересы своего ведомства (38%), своего начальства (33,5%) и лишь 8,3% считает, что служащие представляют интересы граждан. В принципе интересы населения не считают приоритетными и сами служащие; невнимательность, безразличие сотрудников, нежелание помочь – 16%; неуважительное отношение к коллегам и клиентам (12,8%); недостаток информации о процедуре получения услуги – 13%; отсутствие сотрудников на месте в рабочее время, их некомпетентность, грубость и бестактность (в ответе на отдельные вопросы) – 12%; бюрократизм, волокита (53,5%); имитация бурной деятельности (32,6%); безответственное отношение к служебным обязанностям (29,2%); отсутствие принципиальности (16,3%); непорядочность, нечестность (13,7%); пренебрежение к законам (10,9%). стремление использовать

должностное положение в корыстных целях (34,2%); воровство и коррупция (58,2%); решение проблем в обход закона (42,1%); протекционизм (47,9%); пренебрежение интересами людей (47,3%) [3].

Респонденты подчеркивают, что этическая составляющая деятельности служащих, оказывающих государственные и муниципальные услуги, влияет на эффективность деятельности, причем порой значительно, чем профессионализм и компетентность [4]. Особо необходимо отметить, что в странах с переходной экономикой, к которым сегодня относят Россию, происходит смещение идеологии «государственного обслуживания» к «максимизации собственного интереса». Исследователи отмечают, что 19,1% населения честно признаются, что давали взятки государственным и муниципальным служащим, поэтому вполне логично, что актуализируется проблема взяточничества и коррупции, напрямую связанная с состоянием социально-экономической сферы [5].

Коррупцию в России сегодня принято разделять на две большие ветви – бытовую и государственную. К первому виду относятся мелкие взятки, которые население вынуждено давать инспекторам ГИБДД, врачам, работникам жилищно-эксплуатационных организаций и т.д. К государственной коррупции относятся более крупные взятки, имеющие место при госзакупках, в судах и правоохранительной системе. Государственное мздоимство распространено в России гораздо меньше, чем бытовое, но оно по праву признается более опасным, так как суммы там больше, и принципы нарушаются куда более серьезные.

Как отмечают исследователи, в сфере образования взятки платит каждый пятый россиянин. Настораживает тот факт, что коррупция в сфере российского образования приобрела такие масштабы, что уже не может не вызывать обеспокоенность всего общества. Исследования общественного мнения, проведенные ВЦИОМ и Фондом «ИНДЕМ», свидетельствуют, что население воспринимает коррупцию как угрозу национальным интересам России. Подавляющее большинство респондентов (81,3%) считают, что именно коррупция препятствует развитию системы образования, повышению ее качества [6].

Следует отметить, что не все негативные явления в сфере образования носят коррупционный характер. Так, денежные

поборы в дошкольных образовательных учреждениях и общеобразовательных школах, обусловленные недостаточным финансированием, не всегда могут быть отнесены к числу коррупционных правонарушений. Если полученные от обучающихся и их родителей денежные средства направляются исключительно на нужды образовательного учреждения, то коррупции в данном случае нет. Но в целях предотвращения возможных злоупотреблений следует предусмотреть для образовательного учреждения обязанность по информированию обучающихся и (или) их родителей о расходовании дополнительно привлекаемых денежных средств путем опубликования или вручения последним годового финансового отчета [7].

Вполне логичным будет определить общественные изменения и причины, приводящие к нарушению нравственных норм профессиональной деятельности.

Среди наиболее важных и оказывающих существенное воздействие на характер деятельности органов государственной службы можно назвать следующие изменения: сращивание государственной службы и политики; взаимопроникновение государственной службы и бизнеса; изменение трактовки базовых нравственных категорий — профессионализм и справедливость — применительно к их действию в государственном и муниципальном аппарате; утрата базового принципа этики государственной службы: приоритет общественного блага перед личными целями в пользу осуществления государственными служащими личных целей; размывание некогда относительно единых норм и принципов морали чиновников различных уровней;

Представляется возможным выделить три группы причин: экономические; правовые; социально-нравственные [8].

- Среди экономических причин выделяются: крайне низкие зарплаты государственных и муниципальных служащих, неисполнение существующего законодательства, высокие налоги и отсутствие общественного контроля;

- среди причин, касающихся государственно-правового регулирования: несовершенство законов, общая слабость органов государственной власти, слабость системы контроля, не обеспечивающего неотвратимости наказания за совершенные проступки; попустительство властей по отношению к коррупции, круговая порука

чиновников, малая вероятность поимки с поличным и наказания (как человека, предлагающего взятку, так и чиновника, получающего взятку) также влияет на уровень нарушений.

- социально-нравственные причины. Необходимо подчеркнуть, что морально-психологическая атмосфера, царящая в обществе, двойной моральный стандарт провоцируют различные нарушения. Прежние нормы административной морали, хотя и далекие от совершенства и порождавшие много издержек, все же регулировали поведение служащих и ставили некоторые барьеры на пути бюрократических злоупотреблений и произвола. Сегодня на их месте возник моральный вакуум, очевиден факт обесценивания важных норм профессиональной этики.

Значительная часть государственных и муниципальных служащих рано или поздно сталкиваются с обстоятельствами, в которых им предстоит сделать выбор: принимать или не принимать коррупционное решение. К принятию противоправного решения их могут подталкивать следующие социально-психологические факторы: а) информационная среда, формирующая снисходительное отношение к коррупции. Честный государственный служащий, который каждый день слышит и читает, что известные политики и высшие должностные лица используют свои публичные возможности для личного обогащения, что «У нас берут все!», может начать воспринимать себя неудачником, которому даже взятка никто не предлагает. В этой атмосфере он не видит сдерживающих факторов для своего личного обогащения; б) несформированность норм профессиональной морали, их размытость [9].

Таким образом, этический контекст оказания государственных и муниципальных услуг требует к себе пристального внимания. В этой связи выделим несколько направлений деятельности, которые, на наш взгляд, могут изменить ситуацию в лучшую сторону:

Во-первых, следует отметить, что в Российской Федерации формируется стратегия воспитания нравственной культуры в обществе, развитие и укрепление общественной морали. Воспитание нравственной культуры особо значимо в сфере государственного и муниципального управления. Результатом этой работы должно стать формирование у государственных и муниципальных служащих

устойчивых представлений о служебной этике, основанных на поддержании авторитета и репутации органа власти, соблюдении требований к служебному поведению [10].

Доказано, что нарушение норм профессиональной этики обусловлено в первую очередь личностными качествами служащих. Очевидно, что развитие девиаций профессиональной этики может привести к перерождению государственного аппарата и чревато деградацией его профессионального потенциала. Например, отмеченная неприоритетность честности и принципиальности государственных и муниципальных служащих ставит под сомнение не только все остальные качества профессиональной этики, но и так называемые профессионально важные качества служащих, суть которых в итоге состоит в служении обществу, а не себе [11].

Во-вторых, необходимо определиться, какие методы и инструменты могут быть использованы для формирования и развития профессиональной культуры служащих, оказывающих государственные и муниципальные услуги.

Методы и инструменты формирования моральных ориентиров служащих

Сформулируем методы и перечислим инструменты, которые позволят служащим определить моральные ориентиры в своей профессиональной деятельности, развить этическую эрудицию, сформировать способность давать непредвзятую оценку своим мыслям и поступкам, сформировать определенную культурную среду.

Введение в учебные планы высших образовательных учреждений, занимающихся подготовкой будущих кадров государственной и муниципальной службы:

а) элементов антикоррупционной подготовки, например, курса «Борьба с коррупцией как система общественных отношений». Важно внедрять такие образовательные проекты важно для общества, поскольку коррупция — это улица с двусторонним движением. Если есть те, кто берет, то обязательно есть те, кто дает. Необходимо будущим специалистам читать лекции по различным аспектам борьбы с коррупцией, учить студентов, прививают им нетерпимое отношение к коррупционным проявлениям, надо настойчиво объяснять молодежи, что успешность карьеры выпускника вуза не зависит от степени вовлеченности в коррупцию, а только от

реальной подготовленности по своей специальности.

б) курсов этики и культуры поведения, например, таких как «Этика государственной и муниципальной службы», «Нравственные основы кадровой политики и государственной службы», «Этические проблемы государственной службы», «Культура поведения и деловой этикет», что позволит улучшать качество подготовки и переподготовки будущих специалистов, сделать акцент на вопросах морально-этического воспитания. Данные курсы имеют своей целью сформировать представления — о системе норм поведения, порядке действий и правил, взаимоотношений и принципов в государственно-служебных отношениях, которые представляют собой совокупность наиболее пригодных, глубоко осознанных и конкретизированных, принадлежащих данному обществу и являются нормами общечеловеческой морали.

Принятие и совершенствование кодексов этики

На наш взгляд существует настоятельная необходимость еще раз вернуться к вопросу кодексов, определить причины и необходимость их появления.

В настоящее время в России и других государствах многими профессиональными сообществами приняты разнообразные кодексы профессиональной этики. Данные кодексы своими предписаниями дополняют положения законодательных актов, регламентирующих деятельность аудиторов, врачей, журналистов, юристов, педагогов, государственных и муниципальных служащих и других представителей наиболее важных и общественно-значимых профессий.

Следует согласиться с Малиновским А.А. [12], что причинами принятия этических кодексов могут быть следующие. *Во-первых*, действующее законодательство, регламентирующее права и обязанности конкретных специалистов, не может охватить своим регулированием все нюансы их профессиональной деятельности. Поэтому и возникает необходимость в дополнительном регулировании профессионального поведения. Разумеется, лучше всех разбираются в своих проблемах представители конкретных специальностей, которые и разрабатывают корпоративные правила.

Во-вторых, поскольку правовое регулирование (как разновидность государственного вмешательства в жизнь

отдельного гражданина и общества в целом) имеет свои пределы, постольку и законодатель стремится минимизировать свое вторжение в нравственно-этическую сферу общества, которая традиционно регламентируется религиозными и нравственными нормами, обычаями и традициями. В этой связи принятие этического кодекса следует рассматривать как результат упорядочивания общественных отношений внутри гражданского общества силами самого общества.

В-третьих, представители некоторых профессий (к примеру, врач, судья, педагог и др.) в силу своего правового статуса имеют чрезвычайно широкий простор субъективного усмотрения. Иными словами, свобода их действий (которые могут быть не только социально-полезными, но и общественно-вредными) зачастую ограничена лишь относительно-определенными правовыми предписаниями и собственной совестью. Однако совесть, как известно, понятие неконкретное и зачастую весьма субъективное. В этой связи задача этических кодексов как раз и заключается в том, чтобы привести порой диаметрально противоположные представления членов профессионального сообщества о добре и зле к общему социально-полезному знаменателю.

В настоящее время наиболее распространены два вида этических кодексов - профессиональные и корпоративные, которые регулируют отношения людей внутри данных групп.

В зависимости от идентичности специалиста (с организацией или с профессиональным сообществом) более значимым для него будет кодекс профессиональной или корпоративной этики.

Профессиональные кодексы регулируют отношения внутри профессионального сообщества, они регламентируют поведение специалиста в сложных этических ситуациях, характерных для данной профессии, повышают статус профессионального сообщества в социуме, формируют доверие к представителям данной профессии. Также кодекс усиливает значимость принадлежности к профессии, его принятие косвенно может являться обрядом инициации, актом «обращения в профессию» (например, принятие клятвы Гиппократова и допуск к лечебной работе у врачей).

Необходимо отметить, что среди всех механизмов, способствующих формированию надлежащей нравственности

государственной и муниципальной службы, одним из наиболее действенным должен был стать специально разработанный, нормативно принятый Этический кодекс государственного служащего [13].

Этический кодекс государственного служащего есть система моральных норм, обязательств и требований добросовестного служебного поведения должностных лиц государственных органов и органов местного самоуправления, основанная на нравственных общепризнанных принципах и нормах российского общества и государства [14]. В силу того, что в кодексе собраны воедино и систематизированы общественные требования к нравственности государственных служащих, кодекс должен: служить основой для формирования содержания должной морали в сфере государственной службы; помочь государственному служащему правильно ориентироваться в сложных нравственных коллизиях, ситуациях, обусловленных спецификой его работы; быть критерием для определения профессиональной пригодности человека к работе в сфере государственной службы; выступать как инструмент общественного контроля за нравственностью государственных служащих.

Однако, по мнению экспертов, принятие кодекса не оказало существенного влияния на состояние профессиональной этики в госаппарате, положения кодекса носят декларативный характер и требуют дальнейшего совершенствования и доработки

Когда наиболее значимые этические дилеммы задаются организацией, деятельность сотрудников регламентируется **корпоративным кодексом**. Кодекс корпоративной этики может выполнять три основные функции: репутационную; управленческую; развития корпоративной культуры.

Репутационная функция кодекса заключается в формировании доверия к компании со стороны референтных внешних групп (описание политик, традиционно закрепляемых в международной практике по отношению к клиентам, поставщикам, подрядчикам и т.д.). Таким образом, кодекс, являясь инструментом корпоративного пиара, повышает инвестиционную привлекательность компании.

Управленческая функция кодекса состоит в регламентации поведения в сложных этических ситуациях. Повышение эффективности деятельности сотрудников

осуществляется путем: регламентации приоритетов во взаимодействии со значимыми внешними группами; определения порядка принятия решений в сложных этических ситуациях; указания на неприемлемые формы поведения.

Кодекс корпоративной этики - значимый фактор *развития корпоративной культуры*, так как кодекс может транслировать ценности компании всем сотрудникам, ориентировать сотрудников на единые корпоративные цели и тем самым повышать корпоративную идентичность. Содержание кодекса компании определяется, прежде всего, ее особенностями, структурой, задачами развития, установками ее руководителей. Как правило, кодексы содержат две части: идеологическую (миссия, цели, ценности); нормативную (стандарты рабочего поведения). При этом идеологическая часть может не включаться в содержание кодекса.

Создание комиссий по этике, задачами которых являются оценка деятельности и поступков служащих, их поощрение и порицание, развитие у работников потребности работать в соответствии с выработанными этическими принципами, что в свою очередь ведет к упрочению сотрудничества, взаимопонимания, недопущению дальнейшего развития возникающих споров и конфликтов; созданию благоприятного морально-психологического климата в коллективе.

Оказание услуг через Интернет - лучший способ предотвращения различных нарушений. Сократив прямые контакты людей с чиновниками, мы сведем к минимуму риски этических нарушений и правонарушений.

В России сегодня стоит конкретная задача развития в рамках проекта электронного правительства систем оказания транзакционных услуг гражданам и организациям, которые несут пользователям реальную экономию времени во взаимодействии с государством.

Создание единых Стандартов качества клиентского сервиса - это приоритетная тенденция современности, многие службы формируют стандарты деятельности в целях оказания сервиса класса «люкс» [15]. Обозначим направления данной работы:

1. Сбор информации, необходимой для создания стандартов обслуживания: пожелания клиентов и руководителей по поводу действий сотрудников; изучение наиболее частых нареканий клиентов;

индивидуальные особенности, концепция, стиль и принципы, которые хотелось бы привнести в поведение персонала.

2. Адаптация существующих стандартов обслуживания с учётом полученной информации.

3. Обсуждение адаптированных стандартов с руководством, доработка при необходимости.

Примерные разделы, которые могут быть описаны в корпоративных стандартах обслуживания клиентов:

1. Общие принципы и стандарты, необходимые для всех: важность стандартов обслуживания и политика органа власти в данном вопросе; внешний вид сотрудников, невербальная коммуникация; забота о клиентах, ответственность, обязательность; предвосхищение потребностей клиента; внимание к деталям и создание атмосферы индивидуального внимания к клиенту; полярность к своим коллегам, обслуживание внутренних клиентов.

2. Телефонное общение: стандарты приветствия, переадресации, приема сообщений для коллег; ответы на вопросы клиента; реакция на трудных клиентов и трудные ситуации: конфликтный клиент, чрезмерно разговорчивый клиент, непонятные запросы и т. д.; корректное завершение телефонного разговора

3. Использование элементов корпоративного стиля в оформлении помещений.

4. Деловой этикет (визитки, пунктуальность, использование имени клиента): отношение к жалобам клиента; внимательность, сочувствие, принятие ответственности при работе с жалобами; обязательность при разрешении ситуации, с которой обратился клиент, доведение решения до конца; учет и мониторинг жалоб, анкеты для клиентов, которые помогут контролировать выполнение данного стандарта.

5. Психологические и профессиональные моменты в работе, на которые необходимо обратить внимание

Необходимо: довести разработанные стандарты до персонала и быть уверенными в том, что все работники понимают, что такое «хорошее обслуживание» одинаково; контролировать соблюдение стандартов и проверять работу персонала не «время от времени», а постоянно и на основании четких критериев; быть уверенными в том, что все Ваши клиенты получают должный уровень сервиса.

Разработка стандартов будет способствовать достижению следующих целей: дать всем сотрудникам четкое понимание того, что требуется от них с точки зрения обслуживания клиентов; создать единый корпоративный стиль в том, как обслуживаются все клиенты, привести качество сервиса в соответствие с мировыми стандартами; легче адаптировать новых сотрудников, включив данный документ в систему введения в должность нового сотрудника; создать систему критериев для оценки качества работы сотрудников различных подразделений, связанную с удовлетворенностью клиентов; выстроить систему получения обратной связи от клиентов, учесть и внедрить в жизнь их пожелания, используя все клиентские замечания, жалобы, нарекания, благодарности, отзывы для изменения стандартов обслуживания; в конечном итоге – повысить клиентскую лояльность, увеличить количество довольных клиентов и партнеров, укрепить репутацию органа власти.

Заключение

В заключении следует подчеркнуть: качество организации и предоставленных услуг должно быть увязано со своевременностью и объемами их осуществления; этим определяется мера оценки эффективности деятельности органов и должностных лиц государственного и муниципального управления. Существует прямая зависимость стабильности общества, хода социально-экономических реформ от степени доверия населения к государственным учреждениям и государственным служащим, для достижение которого важно обеспечивать этико-ориентированное администрирование.

Библиографический список

1. Перечень услуг, оказываемых государственными и муниципальными учреждениями и другими организациями, в которых размещается государственное задание (заказ) или муниципальное задание (заказ), подлежащих включению в реестры государственных или муниципальных услуг и предоставляемых в электронной форме: Распоряжение Правительства РФ от 25 апреля 2011 г. N 729-р, – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2011/04/29/perechen-dok.html>
2. Архипова, Н.И. Этика государственных служащих / Н. И. Архипова // Вестник РГГУ. Серия: Управление. – 2011. – № 4. – С. 29-42.
3. Захаров, Н.Л. Социокультурные и профессиональные регуляторы поведения

российского чиновника / Н. Л. Захаров // СОЦИС. – 2004. – № 3. – С. 113-121.

4. Магомедов, К. Социологический анализ этических проблем государственной службы / К. Магомедов // Государственная служба. – 2004. – № 6. – С. 15-23.

5. Кодан, С.В. Проблемы коррупции в государственных органах: технологии противодействия / С.В. Кодан, С.А. Иванова, Р.С. Тараборин, О.А. Благинина, С.М. Кудашев, С.А. Денисов // Чиновник www.uchivnik.ru – №604 (34).

6. Санникова, Л. Рынок образовательных услуг в России: проблемы коррупции / Л. Санникова // Интеллектуальная Россия. – Режим доступа: intelros.ru

7. Бочарова С. Всеразрушающая коррупция [Электронный ресурс] // Газета.ру, выпуск 03.11.2011, URL: http://www.gazeta.ru/politics/2011/11/03_a_3822770.shtml (дата обращения: 15.12.2015).

8. Дементьев, А.Н. Институт конфликта интересов и предотвращение коррупции на государственной гражданской службе / А.Н. Дементьев, С.В. Качушин // Государственная власть и местное самоуправление. – 2008. – № 2. – С. 19-25.

9. Магомедов, К. Конфликт интересов в системе государственной гражданской службы: социологический аспект исследования проблемы / К. Магомедов // Государственная служба. – 2005. – № 6. – С. 36-43.

10. Курбанов, Р.Д. Формирование нравственности и морали государственных служащих в Российской Федерации / Р.Д. Курбанов // Власть. – 2008. – №1. – С. 31-35.

11. Комлева, В. В. Механизм формирования оценок престижа государственной службы / В.В. Комлева // Социология власти. – 2003. – № 5. – С.113-127.

12. Малиновский, А.А. Кодекс профессиональной этики: понятие и юридическое значение / А.А. Малиновский // Журнал российского права. – 2008. – № 4. – С.39-44.

13. Типовой кодекс этики и служебного поведения государственных служащих Российской Федерации и муниципальных служащих. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/55071469/>

14. Соколов В. Модельный этический кодекс государственного служащего Российской Федерации. – Режим доступа: www.spa.ru

15. Еремеева Н. Что такое сервис класса люкс? – Режим доступа: <http://neremeeva.ru/?p=221> (дата обращения: 15.12.2015).

ANALYSIS OF PRACTICE OF GRANTING STATE AND MUNICIPAL SERVICES

N.L. Ashirbagina, A.I. Kovalyov, O.V. Frik

Abstract. Providing state and municipal services to the public is a primary function in the activities of state and municipal government. It is the quality of the provision of public services to citizens assess the effects of the activities of state bodies and local authorities. This article discusses the practical aspects of such services.

Keywords: state and municipal management, services sector

References

1. [The list of services provided by state and municipal institutions and other organizations that host state assignment (order) or a municipal task (order) to be included in the registers of the state or municipal services and provided in electronic form: Order of the Government of the Russian Federation on April 25, 2011]. Available at: <http://www.rg.ru/2011/04/29/perechen-dok.html>

2. Arhipova N.I. *Jetika gosudarstvennyh sluzhashhih* [The ethics of public servants]. *Vestnik RGGU. Serija: Upravlenie*, 2011, no 4, pp. 29-42.

3. Zaharov N. L. *Sociokul'turnye i professional'nye regulatory povedenija rossijskogo chinovnika* [Socio-cultural and professional conduct regulators Russian official]. *SOCIS*, 2004, no. 3, pp. 113-121.

4. Magomedov K. *Sociologicheskij analiz jeticheskij problem gosudarstvennoj sluzhby* [Sociological analysis of the ethical issues of civil service]. *Gosudarstvennaja sluzhba*, 2004, no. 6, pp. 15-23.

5. Kodan S.V., Ivanova S.A., Taraborin R.S., Blaginina O.A., Kudashov S.M., Denisov S.A. *Problemy korrupcii v gosudarstvennyh organah: tehnologii protivodejstvija* [The problem of corruption in the state bodies: the technology counter]. *Chinovnik*. Available at: www.uapa.ru, no. 604 (34).

6. Sannikova L. *Rynok obrazovatel'nyh uslug v Rossii: problemy korrupcii* [Educational services market in Russia: problems of corruption]. *Intellektual'naja Rossiya*, intelros.ru

7. Available at: http://www.gazeta.ru/politics/2011/11/03_a_3822770.shtml

8. Dement'ev A.N., Kachushin SV. *Institut konflikta interesov i predotvrashhenie korrupcii na gosudarstvennoj grazhdanskoj sluzhbe* [Institute of conflicts of interest and prevention of corruption in the civil service]. *Gosudarstvennaja vlast' i mestnoe samoupravlenie*, 2008, no 2.

9. Magomedov K. *Konflikt interesov v sisteme gosudarstvennoj grazhdanskoj sluzhby: sociologicheskij aspekt issledovanija problemy* [Conflict of interest in the civil service: the sociological aspect of the research problem]. *Gosudarstvennaja sluzhba*, 2005, no. 6, pp. 36-43.

10. Kurbanov R.D. *Fomirovanie npravstvennosti i morali gosudarstvennyh sluzhashhih v Rossijskoj Federacii* [Formation of the morality of public servants in the Russian Federation]. *Vlast'*, 2008, no 1, pp. 31-35.

11. Komleva V.V. *Mehanizm formirovanija ocenok prestizha gosudarstvennoj sluzhby* [The mechanism of formation of grade prestige of civil service]. *Sociologija vlasti*, 2003, no 5, pp.113-127.

12. Malinovskij A.A. *Kodeks professional'noj jetiki: ponjatie i juridicheskoe znachenie* [Code of Ethics: concept and legal value]. *Spravochno-pravovaja sistema «Konsultant Pljus»*.

13. *Tipovoj kodeks jetiki i sluzhebno go povedenija gosudarstvennyh sluzhashhih Rossijskoj Federacii i municipal'nyh sluzhashhih* [The Model Code of ethics and official conduct of civil servants Russian Federation and municipal employees]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/55071469/>

14. Sokolov V. *Model'nyj jeticheskij kodeks gosudarstvennogo sluzhashhego Rossijskoj Federacii* [Model code of ethics of civil servant of the Russian Federation]. Available at: www.cnay.ru

15. Eremeeva N. *Chto takoe servis klassa ljuks?* [What is a service of luxury?]. Available at: <http://neremeeva.ru/?p=221>

Аширбагина Наталья Леонидовна (Россия, Омск) – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Общественные науки», Омский филиал ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Омский филиал Финуниверситета) (644099, г. Омск, ул. Партизанская, д. 6, e-mail: nataly-ash@yandex.ru).

Ковалев Александр Иванович (Россия, Омск) – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, менеджмент и маркетинг», Омский филиал ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Омский филиал Финуниверситета) (644099, г. Омск, ул. Партизанская, д. 6, e-mail: AIKovalev@fa.ru).

Фрик Ольга Владимировна (Россия, Омск) – кандидат философских наук, доцент кафедры «Общественные науки», Омский филиал ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Омский филиал Финуниверситета) (644099, г. Омск, ул. Партизанская, д. 6, e-mail: OVFrik@fa.ru).

Ashirbagina Natalya Leonidovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of pedagogical sciences, the associate professor "Social sciences", the "Financial University under the Government of the Russian Federation" VO FGOBU Omsk branch (Omsk branch of Financial university) (644099, Omsk, Partizanskaya St., 6, e-mail: nataly-ash@yandex.ru).

Kovalyov Alexander Ivanovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of economics sciences, professor of "Economy, Management and Marketing" department, the "Financial University under the Government of the Russian Federation" VO FGOBU Omsk branch (Omsk branch of Financial university) (644099, Omsk, Partizanskaya St., 6, e-mail: AIKovalev@fa.ru).

Frik Olga Vladimirovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of philosophical sciences, the associate professor "Social sciences", the "Financial University under the Government of the Russian Federation" VO FGOBU Omsk branch (Omsk branch of Financial university) (644099, Omsk, Partizanskaya St., 6, e-mail: OVFrik@fa.ru).

УДК 332.025

ЦЕННОСТНО-РАЦИОНАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ И СИСТЕМНО-ЭВОЛЮЦИОННАЯ ПАРАДИГМА СТРУКТУРИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

В.В. Бирюков

ФГБОУ ВО СибАДИ, Россия, г. Омск.

Аннотация. Предлагается методология исследования экономических процессов, основанная на взаимодополняемости принципов индивидуализма и холизма, предусматривающая парадигмальное переосмысление связи этики и экономики. Культурно-ценностная структура интерпретируется как особое измерение экономики, как системно-образующей каркас институциональной оболочки. Показано, что институциональное структурирование экономики выступает как поиск институционального компромисса взаимодействующих разнородных субъектов, в рамках которого исходя из когнитивно-ментальных способностей и переговорной силы они достигают согласия относительно того, что создаваемые нормы и правила обеспечивают формирование справедливого баланса противоречивых ценностных принципов с учетом условий их осуществления. Обоснована актуальность и ключевые направления реализации ценностно-ориентированного подхода при формировании институциональных практик и решении практических задач.

Ключевые слова: методологический индивидуализм, методологический холизм, экономика, этика, культурно-ценностная система, институциональная система, структуризация экономики, институциональные новации.

Введение

Сложившуюся ситуацию в экономической науке многие исследователи рассматривают как кризисную, которая вызвана необходимостью пересмотра утвердившейся в рамках мейнстрима парадигмы исследования, основанной на методологическом индивидуализме, ограниченно трактующим мотивационные и поведенческие характеристики субъектов и не позволяющим содержательно описывать взаимосвязь культуры и институционального структурирования экономики. Выход из кризиса традиционных доктрин многими исследователями видится в создании новой теории, которая может объединить экономические и культурно-ценностные компоненты, так как проблемы экономической этики затрагивают самую суть экономических построений.

Сегодня сложились разные концептуальные подходы, которые различным образом интерпретируют связь этики и экономики [1]. Так, в рамках первого направления абсолютизируется автономность этики относительно экономики, исходя из этого возник ценностно-нейтральный подход, который характерен для доминирующей в настоящее время неоклассической школы. Сторонники второго направления видят в этике средство получения выгоды

рациональным экономическим субъектом, на этику смотрят как на долгосрочный платеж и средство снижения транзакционных издержек. Такой функциональный подход к этике присущ в основном представителям неоинституциональной теории. Представители третьего направления связывают реализацию моральных принципов в сфере экономики с авторитарным путем, игнорируя автономность этики относительно экономики, на этой основе сложился морализаторский подход в экономической науке. В рамках четвертого направления влияние этических факторов рассматривается как внешнее отражение воздействия социальных факторов. Такой корректирующий подход к рассмотрению связи этики с экономикой свойствен многим социэкономическим концепциям. Представители пятого подхода обращают внимание на нормативные основы экономической деятельности и сосредотачиваются на этическом измерении в рамках экономической науки, а также истории экономической мысли и в социально-политической структуре экономических явлений. Данное направление характеризуется критическим отношением к квазинаучной методологии экономики. Вместе с тем концептуальное ядро связанных с данным принципом предпосылок только

формируется, поэтому возникает настоящая потребность изучения содержательной специфики альтернативной мейнстриму методологии, предусматривающей корректную интеграцию культурно-ценностных факторов в экономическую теорию.

Альтернативные методологии экономических исследований

Для решения исследовательских задач обычно используются такие методы научного познания, как анализ и синтез, редукционизм и холизм. Возникший на основе редукционизма методологический индивидуализм интерпретирует экономику как аддитивную целостность, методологический холизм рассматривает ее как системное целое, которому свойственна эмерджентность.

В настоящее время мейнстрим экономической теории представлен школами экономической мысли, основополагающим постулатом которых является принцип методологического индивидуализма. Данный принцип и связанные с ним установки, занимает особое место в исследованиях сторонников неоклассической и австрийской школ, неоинституциональной, поведенческой и эволюционной теорией. Принцип методологического холизма в экономической теории одними из первых реализовали в своих работах К. Маркс и Т. Веблен. Его придерживаются современные представители традиционного институализма.

Дебаты между сторонниками методологического индивидуализма и методологического холизма, не прекращаются на протяжении более ста лет. При этом обращается внимание на то, что абсолютизация значимости акцентов при изучении экономических процессов микро- и макроподходов обуславливает ограниченность возникающих при этом теорий. Как отмечает Дж. Ходжсон, «методологический индивидуализм требует объяснить общество с точки зрения индивида, теряя из виду ключевые механизмы социального влияния, а поэтому приходится принимать цели и предпочтения индивидов как заданные. Методологический коллективизм объясняет индивида через общество и, следовательно, ему недостает адекватного объяснения того, как могут меняться цели и предпочтения индивидов. Варианты объяснений в рамках обеих методологических стратегий различны, но результаты в существенных своих чертах схожи» [2].

Принцип методологического индивидуализма, используемый в ортодоксальной экономической науке, порождает фрагментальное представление об экономических процессах, так как он игнорирует многообразие мотивов и характеристик поведения субъектов, реальных свойств экономической системы и наличие коллективных феноменов. Возникающая в связи с этим трактовка экономики и экономического поведения исходит из независимости позитивного от нормативного; а экономическая теория превращается в науку об идеальной рациональности, в связи с этим многие теоретики менеджмента утверждают, что разрабатываемые идеальные модели так заражены методологией редукционизма, что не способны приносить никакой пользы экономистам-практикам.

Для парадигмального пересмотра сложившихся концептуальных подходов важным представляется уяснение возникшей в экономической науке традиции, связанной с ревалентным видением широкого спектра мотивационных и поведенческих характеристик человека.

В начале I тысячелетия до н.э. в период «осевого» времени во всех великих цивилизациях происходила смена мировоззренческой парадигмы и возникают универсальные культурно-ценностные ориентации, характерные в той или иной степени всем этим цивилизациям и связанные с формированием у народов способности осознавать такие явления как добро и зло, справедливость и несправедливость и др. В данных условиях начинают складываться представления о справедливости как необходимой основе мирского порядка, законов и правил поведения людей, а также легитимности власти правителей [3]. Для античных авторов рассмотрение этических вопросов прежде всего было обусловлено необходимостью выявления базовых основ поддержания полисного устройства, нарушение которых приводит к его разрушению. Исходя из этого Аристотелем была заложена традиция изучения экономических вопросов в рамках весьма широкой этической теории, не подразумевавшей морализаторство и понимания этики как сферы, относящейся лишь внутреннему миру человека [4]. Особую значимость для поддержания стабильности общественного устройства и создания условий для осуществления цели

экономической деятельности – стремления к благу – он придавал разработке ревалентных способов реализации принципа справедливости. В связи с этим наряду с общей справедливостью как добродетелью, Аристотель рассматривал ее основные формы проявления – справедливость при взаимодействии человека с полисом и справедливость при взаимодействии людей.

Возникшие под влиянием трудов Аристотеля в средневековые тексты схоластов, отражая особенности своего времени, «экономические вопросы затрагивали с позиции справедливости, а не благотворительности» [5]. В средневековой традиции справедливость не являлась понятием сугубо моральной сферы, оно относилось к сфере воли и разумного действия. «Справедливый порядок общества и государства является главной задачей политики. «Что есть государство без справедливости, как не банда разбойников? – сказал когда – то Августин» [6]. «Справедливость в делах человеческих называется то, что правильно с точки зрения критериев разумности» [7]. Эти критерии мыслились как условия равенства во взаимодействиях людей: отдельный человек справедлив настолько, насколько он справедлив в отношении к другим людям, а «отличие справедливости от остальных добродетелей состоит в том, что она регулирует отношения между людьми» [8]. Нарушение этих критериев разрушает связи между людьми. А. Смит, первым среди классиков наделивший людей моралью, утверждал, что стимулы к приобретению богатства уступают по своему значению древнему и фундаментальному стремлению людей приобрести хорошую репутацию. Идея А. Смита о значимости репутации как особой потребности людей получила свое развитие в создании Т. Вебленом теории «праздного» класса, а также в работах его более поздних последователей.

Сегодня возникает необходимость осуществления в экономической науке методологического «поворота к культуре», предполагающего разрыв с позитивизмом, господствующего в сфере познания на протяжении большей части XX в. Подобный поворот, совершенный в последние десятилетия позволил гуманитарным и социальным наукам переосмыслить как методологические инструменты исследований, так и их понятийный аппарат. Он также способствовал зарождению новых областей знания. «Культурный поворот» в

общественных науках связан прежде всего с тем, что культура, которая понимается как вся совокупность ценностей, поведенческих образцов и идеологических воззрений, приобретаемых индивидом в процессе социализации, рассматривается как своеобразный набор инструментов символического плана, используемый людьми в повседневной жизни, она помогает решать практические проблемы и адаптироваться к меняющейся среде. Социальный конструктивизм рассматривает культуру как зарождающуюся систему разделяемых смыслов, которые управляют перцепцией, коммуникацией и действиями.

Экономическую науку частично уже затронул данный процесс, примером этого стало появление концепций корпоративной социальной ответственности, ценностно-ориентированного менеджмента, организаций, регионов, государственных структур и других. На рубеже XX-XXI веков на основе прошедших дискуссий возникло понимание необходимости использования более широкой концепции, описывающей экономические процессы исходя из взаимодополняемости методологии индивидуализма и холизма. В социологии попытки создавать интегративную методологию предприняли Э. Гидденс, Х. Эссер и др, в экономической науке – Я. Корнаи, Р. Буайе, Г. Клейнер и др. Вместе с тем разработка новой познавательной стратегии, которая признана объединить в рамках общей платформы неортодоксальные направления экономических исследований (системную парадигму институциональную политическую экономию, социоэкономику, новую экономическую социологию, теорию регуляции, теорию соглашений и др) и ориентирована на «снижение точности» результатов исследований ради повышения их достоверности, находится на начальной стадии.

Обоснование и раскрытие целостного видения системной взаимосвязи эволюции экономики и ценностно-рациональной деятельности людей

Экономическая деятельность субъектов является средством реализации их жизненных ценностей и целей, она ориентирована на получение выгод от синергетического эффекта, возникающего при рациональном использовании ресурсов в условиях общественного разделения труда и ограниченных знаний об изменениях деловой среды. Поведение субъекта экономики всегда предполагает взаимную зависимость от

других субъектов, то есть оно интерсубъектно по своей природе, поскольку действия данного субъекта так или иначе влияет на поведение других субъектов и сопровождается теми или иными ответными действиями. Поэтому экономическая деятельность людей всегда основана на обоюдной оценке, просчитывании возможных действий, учете этого в ожиданиях и оценках. В связи с тем, что экономическое поведение структурно, институционально и культурно обусловлено, понятия выгоды и издержки приобретают специфический содержательный смысл. Как отмечал М. Вебер, «понятие содержательной рациональности в высшей степени многозначительно... по отношению к хозяйству применяются этические, политические, утилитарные, гедонистические, сословные, эгалитарные или какие – либо иные критерии, и с ними ценностно-рационально или содержательно рационально соизмеряют результаты хозяйствования» [9].

Выработка плюралистического, интегративного и динамичного подхода предполагает анализ развития экономики как результата противоречивого взаимодействия и поведения ее субъектов и их групп в экономическом пространстве-времени вследствие сложного и многопланового процесса интерференции коррелятов. При этом важнейшими являются следующие измерения: 1) культурно-ценностное; 2) институционально-ролевое; 3) организационно-институциональное; 4) производственно-технологическое; 5) временное, характеризующее связи настоящего с прошлым и будущим, наследственности и изменчивости и проявляющееся в наличии разнообразных ритмов эволюции и цикло-причинных связей в каждом из вышеперечисленных подпространств. В зависимости от целей анализа могут быть использованы и другие измерения: внешне - экономическое, территориально-экономическое, эколого-экономическое и т.д. Экономические субъекты занимают различные позиции в многомерном экономико-временном пространстве и взаимодействуют между собой, обладая разными культурно-ценностными ориентациями, деловыми компетенциями и интеллектуальными способностями, различными властными, материальными и другими видами ресурсов.

Выделение предложенной системы координат позволяет избежать односторонности моделирования эволюции экономики процессов, абсолютизации культурных, классовых, статусно-функциональных, организационно-институциональных, феноменологических, технократических, статистических и динамических и других версий экономической эволюции. Корректная ее интерпретация должна принимать во внимание взаимную детерминацию каждого измерения экономических процессов и структур; в результате которой складывается специфическая экономико-структурная матрица, обусловленная зависимостью экономики от пути ее развития в прошлом, и которая воспроизводится на протяжении некоторого периода времени в виде своеобразного набора структурных констант, связанных с сохранением хозяйственных традиций, стереотипов мышления и поведения. Вместе с тем их взаимная связанность не является жесткой, в реальной жизни общества могут возникнуть разные типы системных противоречий.

Предлагаемый структурно-деятельный подход, основанный на эволюционной парадигме, исходит из взаимосвязанности микро- и макроуровней и положения о том, что макрофеномены и структурные характеристики экономики являются образованиями, зависимыми от экономической деятельностью людей, имеют свой жизненный цикл и их относительную самостоятельность, не следует абсолютизировать. С одной стороны, макрофеномены и макросвойства экономики выступают проявлением микроэффектов, порожденных причинно-следственными механизмами, соединяющими решения и поведения разнородных субъектов в сложившихся контекстуальных условиях; с другой стороны, изменения типичных действиях субъектов, которые обуславливают переход экономики в некое другое состояние и появление у нее новых структурных свойств, не происходят в культурном вакууме; они осуществляются всегда в заставаемых субъектами структурных условиях, которые в свою очередь оказывают значительное влияние на экономическое поведение. Таким образом, возникающие в экономике причинно-следственные связи выражают движения как от микро к макроуровню, так и обратное воздействие макроуровня на микроуровень.

Логика системного описания происходящих на микро – и макроуровнях взаимосвязанных процессов определяется тем, что эволюция экономических структур и поведения субъектов выражает противоречивое сочетание процессов наследственности и изменчивости. Поэтому возникает необходимость исследования связанных между собой двух групп проблем: во-первых, рассмотрение процесса воспроизводства макрофеноменов и макросвойств экономики как системно-сложного результата сложившихся в прошлом противоречивых взаимодействий индивидуальных и коллективных субъектов, и исходя из этого прояснение особенностей их ценностно-рационального поведения в рамках существующих структурных условий; во-вторых, описание структурных изменений экономики, вызванных накоплением и генерированием знаний, новым осмыслением окружающей среды и формированием своеобразной инновационной модели поведения индивидуальных и коллективных субъектов, обусловленной наличием воспроизводимой структурообразующей матрицы, выражающей зависимость экономических перемен от прошлого пути.

В связи с этим появляются соответствующие аспекты анализа структурирования процессов воспроизводства и эволюции экономики: 1) структурирование культурно-ценностного пространства и институализация механизмов регуляции; 2) системно-компромиссная структуризация и интеграция экономики; 3) диагностика и оценка эффективности хозяйственных и институциональных практик; 4) обновление культурно-ценностных установок и конструирование инновационных изменений. При этом облагающие научной ценностью подходы, предназначенные для описания отдельных аспектов экономической деятельности людей, могут быть с определенной корректировкой использована в рамках системно-эволюционной парадигмы.

Структурирование культурно-ценностного пространства и институализация механизмов регуляции. Предлагаемый подход к анализу основополагающих принципов построения экономики предусматривает переосмыслении сложившихся представлений о взаимосвязях и взаимовлиянии ключевых видов экономико-временного пространства, а также роли культурно-ценностных установок, мотивов и способностей субъектов экономики в формировании и трансформации ее структур

и систем. Содержательный смысл данного подхода определяется тем, что ценности образуют ядро культуры и их основной функцией является достижение консенсуса между участниками экономических процессов, они способствуют структурированию ролевых взаимодействий субъектов, а также интеграции в единую систему разных способов их измерения и координации исходя из присутствия в экономической системе «неэкономического» полюса, формирующего ее особый центр как интегрирующее, рефлектирующее и целеустанавливающее начало.

Ограниченность конкурирующих концепций во многом связана с тем, что не принимается во внимание структурная сложность и динамичность системы культурно-ценностных ориентаций, которая включает в себя когнитивные и нормативные компоненты, последние, в свою очередь, реализуют себя в использовании, во-первых, набора стереотипов мышления, с помощью которого на основе накопленного опыта и знаний о типичных ситуациях происходит их оценка и выбор рамочной (frame) модели, определяющей рамочный образ действия, во-вторых, ситуативного когнитивно-оценочного механизма, учитывающего конкретно-временные характеристики ситуации и формирующего способ достижения желаемых результатов, соответствующий культурно-ценностным предпочтениям.

Микро – и макроуровни культурно-ценностной системы взаимосвязи и взаимно влияют друг на друга. Игнорирование данного обстоятельства приводит к тому, что складывается одностороннее представление о внешней заданности ценностей субъектов и находящихся вне пределов их инициативы институциональных структур. "...Ценности возникают в форме мнений, отношений, ориентации, норм или правил поведения. Хотя эти шаблоны, очевидно, формируют поведение индивида, ценности, как социальные феномены, представлялись социологам находящимися вне пределов инициативы и решений индивидов. Со времен Дюркгейма... это представление превалировало в большинстве работ по социологии. Представление о внешней заданности ценностей обуславливало такой анализ социальных условий и сил, образующих социальный процесс, который был в значительной степени не зависим от поведения и взаимодействия индивидов" [10].

Ориентация экономики на достижение совокупных выгод реализуется сложным

процессом ее структурирования. Такая ориентация имплицитно предполагает появление некоего центра, причем, как подчеркивает Э. Шилз, «центричность» требует наличия как «центральной институциональной системы», так и «центральной культурной системы». Центр господствует над периферией и пропитывает ее – во всяком случае, он стремится к этому и в известной степени добивается успеха. Общество становится более интегрированным от центра к периферии в своих убеждениях и действиях [11]. Поэтому при сохранении индивидуальных и групповых особенностей поведенческих характеристик в силу различных причин под влиянием своеобразия культурно-ценностных представлений и деловой среды в экономике возникают разнообразные формы интеграции экономической деятельности и модели поведения.

Многомерность экономики вызывает необходимость использования разнородных общезначимых культурно-ценностных регуляторов, с помощью которых обеспечивается понимание и согласование действий субъектов, а также легитимизация норм и правил, в соответствии с которыми происходит создание совокупных выгод и их распределение. Наличие общей структурно-неоднородной цели экономики и разноразмерных способов ее достижения обуславливает существование особой инструментальной ценности – справедливости, характеризующей общий подход к формированию баланса инструментально-регулятивных ценностей – равенства и неравенства, свободы и регламентации, сотрудничества и состязательности, ответственности и инициативы нерыночных регуляторов, рыночных и т.д. Еще А. Смит утверждал, что справедливость – «главная опора, поддерживающая все здания человеческого общества» [12]. Д. Роулс обращает внимание на то, что «справедливость есть главная добродетель общественных институтов, подобно тому как истина есть главная добродетель научных систем» [13]. По Дж. Александеру, основаниями интеграции современного общества могут являться только осознанные рефлексивные стремления людей к возможно более справедливому обществу [14].

Справедливость как интегративно-когнитивная ценность выступает многомерным измерителем и регулятором,

ориентирующим на поиск наиболее эффективного способа создания частных и общих выгод на основе достижения компромиссного решения, связанного с формированием необходимого баланса противоречивых принципов организации экономики. Так, справедливость предполагает определенное сочетание уровня свободы и регламентации. Кроме того, справедливость всегда выражает определенный вид равенства, а равенство устанавливается в определенном отношении и всегда в виду и на основе какого – то соотносительного ему неравенства [13]. Решение проблемы свободы и регламентации, совмещения равенства по одним критериям с неравенством по другим и т.д., должно осуществляться на основе принципов справедливости, контекстуально ориентирующих субъектов на увеличение совокупных выгод за счет роста производительности и конкурентоспособности экономики.

Сложность и неопределенность экономических изменений, а также ограниченность знаний порождает когнитивную основу появления разных субъективных представлений о справедливости, а также различных концепций интерпретации принципов справедливости – консервативной, либеральной, либерторианской, коммунитарийской и др. Но это не может служить основанием для отрицания того, что в каждый конкретно-исторический период складывается общезначимые ментально-когнитивные схемы и убеждения относительно ценностных измерителей, в том числе и касающиеся феномена справедливости, с помощью которых осуществляется диагностика сложившихся практик, отбор легитивных норм и правил, а также их институализация. Культурно-ценностные ориентации не являются неким застывшим идеалом, а выступают основополагающими инструментами познания и преобразования социально-экономической реальности [15]. Вместе с тем утверждающиеся в качестве доминирующих культурно-ценностные представления относительно механизмов структурирования экономики, а также справедливости норм и правил ее регулирования возникают на основе столкновения различных мнений под влиянием ограниченности знаний и информации, а также переговорной силы взаимодействующих сторон. В результате

формируются общезначимые культурно-ценностные линзы, которые представляют в некоторой степени искаженное видение справедливого баланса ценностных установок часто в интересах обеспеченных значительными активами групп. Данное видение всегда потенциально оспаривается по тем или иным причинам различными группами, которые в меру своих возможностей стремятся его изменить.

Сложившаяся в данных структурных условиях модель культурно – ценностной системы выступает как смысло-креативное ядро экономики, формирует вокруг себя уникальную институциональную систему, которая возникает в результате противоречивых взаимодействий разнородных субъектов в конкретно-временных условиях. На основе культурно-ценностных представлений происходит коллективное осмысление используемых и создаваемых на разных уровнях экономики норм и правил, их сканирование и фильтрация с учетом влияния на получаемые выгоды от применения технологических структур в условиях разделения труда и кооперации, а также их легитимизация и отбор институциональных структур и форм. Как отмечал Т. Парсонс, «главным функциональным требованием к взаимоотношениям между обществом и культурной системой является легитимизация нормативного порядка и общества», так как «только соотносительность с культурой придает нормам и правилам значимость и легитимность» [16].

Институциональная система закрепляет общественно признанные и воспроизводимые деятельностные функции, определяющие своеобразие места и роли субъектов в осуществлении экономико-технологических процессов и эволюционных перемен. «Любая функция, твердо установленная экономическим разделением труда, оказывается связанной с институционально определенными ролями» [16], основанными на присваиваемом статусе. Возникающие таким образом статусные функции, конститутивны, то есть выходят за пределы простой регулирующей роли институтов. В связи с этим важным является разграничения институционального каркаса, определяющего распределение полномочий субъектов, их статусные позиции и стратификацию, и институциональных форм его проявления и осуществления. В свою очередь, выполнение тем или иным субъектом установленных разделением труда функций предполагает

формирование у него необходимых профессиональных компетенций и культурно-коммуникативных способностей, которые меняются при осуществлении производственно-технологических перемен.

В связи с особенностями структурных условий и сложившейся модели культурно-ценностного мышления, предполагающей использование общепризнанных, хотя и искаженных, линз, а также своеобразием движущих мотивов поведения субъектов, обладающих разными ресурсами, складывается весьма сложная многоуровневая институциональная система, которой свойствен особый набор дисфункций и которая поддерживает специфический баланс общих и частных выгод, часто на основе структурного «перекоса», последний обычно предполагает: чем большими ресурсами обладает социальная группа, тем больше выгод она получает, используя переговорную силу. В данных условиях конституированные и регулятивные структуры становятся противоречивыми и дуальными по своей природе; возникают дивергентные формы поведения, явные и латентные функции институтов, которые реализуются путем заключения явных и неявных контрактов. Под влиянием институциональных дисфункций и культурного контекста формальные и неформальные нормы и правила могут различным образом взаимодействовать между собой и влиять на экономическое поведение субъектов, создание и применение производственных структур и систем, количественные и качественные параметры экономики, структуру потока инвестиций, направляемых на накопление физического и нематериального капитала в разных сферах и отраслях экономики [17,18]. Неформальные институты могут возникать не только в результате спонтанных или планируемых индивидуальных действий, но и выступать следствием формальных институтов, которые они, в свою очередь, также способны модифицировать.

Системно-компромиссная структуризация и интеграция экономики. Институциональная система свое функционально-инструментальное значение система способна выполнять в связи с тем, что культурно-ценностная компонента как носитель сложившихся ментально-креативных представлений включена в каждый институт в качестве социоэкономического гена, системно-образующего фактора, в соответствии с которым исходя из функционального

назначения института и условий его осуществления формируется организационно-институциональная оболочка, предусматривающая использование одобряемого обществом механизма исполнения. «Институты тесно связаны, и, как минимум, происходят из системы ценностей, разделяемых членами общества. Они, в строгом смысле, являются моральным феноменом» [16]. Однако последнее утверждение не следует абсолютизировать, так как в экономике по разным причинам могут складываться дисфункции институтов разных типов и масштабов распространения.

Системная связанность экономики предполагает, что институциональный каркас и регулятивные институциональные формы содержат культурно - ценностную компоненту, которая обеспечивает достижение на основе переговорной силы институционального компромисса и получение общей выгоды таким образом, что каждый из взаимодействующих субъектов в той или иной степени выигрывает. Поэтому относительную автономность институтов, в том числе института собственности регулирующего доступ к ресурсам и их распределение, а также присвоение благ, не следует абсолютизировать, механизм их функционирования и трансформации должен учитывать системные связи и направлять на достижение общих целей. В связи с этим Л. Мизес отмечал, что «частная собственность не является привилегией владельца собственности, а является общественным институтом, служащим добру и выгоде всех, несмотря на то, что она может в то же время быть особенно приятной и полезной для некоторых» [19]. Г. Форд обращал внимание на то, что «капитал, который постоянно не улучшает повседневных жизненных условий трудящихся и не устанавливает справедливой платы за работу, не выполняет своей важной задачи. Главная цель капитала – не добыть как можно больше денег, а добиться того, чтобы деньги вели к улучшению жизни» [20].

В экономике координация обеспечивается сложным сочетанием рыночных и нерыночных механизмов. Разнородность и многоуровневость различных сфер экономической жизни предполагает, что в каждой из них возникает собственная постановка задачи о принятии решения в условиях неопределенности и свой механизм его реализации. Взаимодействие внутри каждой из функциональных подсистем

происходит на основе особых правил, критериев значимости и справедливости. В связи с этим конструируются разные модели, включающие в себя рутинизированные и нестандартные процедуры координации, определяющие нормы и правила взаимодействий экономических субъектов. Задача формирования устойчивой динамики структурных модулей институциональной системы состоит в поиске и достижении опираясь на принципы рациональной справедливости компромисса на макро – и микроуровнях экономики между принципами и нормами, лежащими в основе каждой из подсистем, и устранении условий для доминирования одной из них. Отсутствие компромиссов, способствующих достижению взаимовыгодных результатов, приводит к распадению системы. В условиях динамичной среды часто возникают бизнес-проблемы, предполагающие установление норм поведения, основанных на доверии и ответственности, которые не могут быть введены законодательно. Поиск компромисса предполагает использование в качестве дискуссионной и переговорной площадки утвердившихся на макроуровне культурно-ценностных представлений, которые ориентируют на достижение общих выгод, последние полностью не включают в себя частные выгоды, но содержат объединяющие их общий элемент. Это позволяет приводить различные процедуры координации к общему знаменателю и решать практические задачи на микроуровне.

Обеспечение устойчивого и динамичного роста производительности экономики предполагает создание отвечающей принципам рациональной справедливости институциональной системы, регулирующей развитие различных ее сфер, реального и финансового секторов, процессов распределения и обмена, рынков труда и капиталов, ресурсов и продуктов, что позволяет формировать наиболее благоприятные условия для генерирования кумулятивно-синергетического эффекта на основе развития и реализации инновационных способностей индивидуальных и коллективных субъектов, поддержания должного уровня сотрудничества и состоятельности, ответственности и доверия, снижения деловых рисков и издержек взаимодействия, накопления физического, интеллектуального и отношенческого капиталов, производства, трансфера и тиражирования знаний и

технологий. Вопреки идеальным моделям, представляющим рыночное взаимодействие людей как обезличенный саморегулирующий процесс, поддерживаемый только личным интересам, реальные рынки всегда функционируют в определенной культурной среде [21]. Свое поведение на рынке люди всегда формируют исходя из сложившихся культурно-ценностных представлений и важности соблюдения принципов справедливости при установлении условий обмена и цены. Продолжительность и частота рыночных сделок зависит от репутации сторон и возникающем на данной основе доверии, так как лишь часть договоренностей и обязательств обычно может быть юридически зафиксирована. При этом чем ниже уровень доверия, тем выше издержки взаимодействия. Факторы этико-ориентированного поведения и потребления сегодня приобретают особую значимость в качестве независимой переменной, влияющей на рыночные взаимодействия и уровень конкурентоспособности, деловые отношения и уровень партнерства.

Диагностика и оценка эффективности хозяйственных и институциональных практик. Институциональная система, упорядочивая взаимодействия людей, должна способствовать росту производительности и создаваемых ценностей за счет получения синергетического эффекта от разделения труда, кооперации, сетевых структур и инноваций. Культурно-ценностный подход, предполагающий практико-ориентированное использование системы ценностно-нормативных оценок, позволяет осуществлять диагностику институциональных норм и правил, обнаруживать неэффективные хозяйственные практики, нелегитимные институциональные структуры и формы.

В противовес ценностно-нейтральным представлениям об эффективности, утвердившимся в рамках различных версий мейстрима, сегодня все больше обращается внимания на разработку концепций эффективности, учитывающих этические аспекты. Вместе с тем, как отмечает И ван Ставерен, сложившаяся нормативная концепция не может уловить главное и бесполезна при доказательстве несостоятельности критерия Парето-эффективности и при разработке альтернативных критериев эффективности. В нормативной экономической науке игнорируется бесконечное разнообразие способов, которыми в экономическое

оценивание можно ввести ценностную составляющую, и не учитывается эндогенный характер связи между эффективностью и справедливостью [22].

Необходимо принимать во внимание, что одна из самых популярных тем неинституционализма – экономика транзакционных издержек – выступает, как отмечает У. Даггер, просто как вариант теории сравнительной статики: она не содержит в себе никакой временной характеристики [23]. В связи с этим весьма спорным остается сложившееся в рамках транзакционного подхода и получившее широкое распространение в российской литературе положение о том, что задачей институциональной системы является минимизация транзакционных издержек, и успешнее функционируют те организационные структуры, которые позволяют решать эту задачу. Однако речь должна идти не о минимизации, а об оптимизации транзакционных издержек. Предложенный подход исходит из необходимости учета более широкого спектра мотиваций нежели экономия на транзакционных издержках. Важно принимать во внимание когнитивно-креативную составляющую процессов экономического взаимодействия и влияние этико-экономических мотиваций на создание синергетического эффекта, связанного с генерированием и передачей знаний и технологий, а также предполагающий расходование ресурсов на проведение переговоров и поиск инновационных решений.

Ценностно-рациональный подход к анализу институциональной системы и бизнес-практик предполагает проведение комплексной оценки принимаемых решений на основе расширенной интерпретации выгод и издержек исходя из определения не только прямых результатов и издержек, но и значимых социально-экономических последствий. Важно осуществлять анализ с позиции не только статической эффективности, но и динамической результативности, учитывая возникающие в стратегической перспективе системно-кумулятивные эффекты, связанные с накоплением не только физического, но и человеческого, интеллектуального и отношенческого капиталов, генерированием и тиражированием инноваций, наличием циклотемпоральных зависимостей, и обеспечивая рациональное соотношение между традициями и новациями, нынешними и новыми технико-экономическими структурами.

Обновление культурно-ценностных установок и конструирование инновационных изменений в экономике. Исследование процессов эволюции экономической жизни на основе системно-деятельностного подхода предполагает рассмотрение механизмов ее структурирования исходя из признания субъектов не только как носителей ценностей, но и их создателей. При этом апелирование к ценностям не отрицает необходимости причинных объяснений экономических явлений, так как ценности, выступая составной частью экономических процессов и структур, хотя и определяют их смысловое содержание, не дают исчерпывающей характеристики их элементов. Культурно-ценностные мотивации образуют смысловое основание процессов институциональной структуризации экономической деятельности, которые получают конкретно-контекстуальное выражение в результате реализации определенной логики воплощения.

Пусковым механизмом институциональных инноваций является накопления опыта и знаний, связанных с обнаружением новых возможностей исходя из нового восприятия выгод и издержек, а также формированием представлений об альтернативных моделях поведения, основанных на обновленных культурных - ценностных ориентирах. В данных условиях создается новая ментальная модель, позволяющая более адекватно классифицировать экономические ситуации и формировать рамочный образ действий, а также соответствующий этому набору ситуативный культурно-ценностный механизм. При этом субъекты и организации, получающие значительный выигрыш в рамках сложившейся институциональной матрицы, будут заинтересованы подстраиваться под ее регулирующие правила, воспроизводя зависимость траектории развития от технико-экономической парадигмы. Структурно-институциональные перемены в экономике могут быть двух типов: во-первых, инкрементальными, происходящими в рамках сложившейся культурно-институциональной матрицы и технико-экономической парадигмы; во-вторых, радикальными, связанными с их качественными изменениями. Институциональное новаторство осуществляют субъекты разного уровня; изменения тех или иных компонентов действующих институтов происходят, как сознательно запланированные или как

спонтанные. На микроуровне институциональное новаторство выступает в виде институционального предпринимательства.

Институциональное предпринимательство выступает особым видом предпринимательства, так как включает те же характерные черты: осознание возможностей (opportunity recognition), предпринимательские способности (entrepreneurial capabilities) и комбинирование доступных ресурсов (bricolage) [24]. При этом институциональное предпринимательство связано с осуществлением локально-институциональных изменений, а «традиционный» предприниматель создает новые бизнес-модели.

Выбор форм и методов институциональных изменений предпринимателем определяется поиском возможностей их реализации в сложившемся культурно-институциональном и технико-экономическом контексте на основе использования некоторых ценностно-смысловых схем. В свою очередь, характер и масштабы воздействия институционального предпринимательства на трансформацию культурного и институционального ландшафта во многом зависят от разделяемой членами общества матрицы культурно-ценностных ориентаций, и институциональной системы (и ее дисфункциональности).

Системные изменения доминирующих в экономике формально устанавливаемых институциональных структур способны осуществлять новаторы макроуровня. Данные изменения определяются соотношением взаимодействующих сил акторов, широтой спектра их ценностно-смысловых представлений и восприятием возможностей трансформации социокультурной, институциональной и природно-технологической среды. Возникающие при этом структурные перемены в экономике могут различаться характером подвижек в культурно-ценностной системе и разной степенью отражения интересов отдельных групп экономических субъектов, а также радикальностью методов и выбором темпов проведения социально-экономических преобразований, что часто сопровождается созданием соответствующей ценностно-ориентированной экономической модели со свойственной ей институциональными дисфункциями, изъянами, лагунами, административными барьерами и другими

формами проявления неэффективности институционального устройства экономики.

Анализ эволюции экономики предполагает учет как эффекта зависимости от траектории развития в прошлом (path dependence), так и эффекта влияния ожидаемых перемен в будущем, а также возможностей и способностей субъектов изменять во времени свои качественные параметры, системообразующие связи и успешно адаптироваться к институционально-технологическим трансформациям. Общий коридор (вектор) развития экономики и бизнеса во времени задают база знаний и базисные технологии, институциональные матрица и культурно-ценностные ориентации. Сложившийся уровень развития экономики формирует пучок технологических возможностей изменения траектории экономического роста, а культурно-ценностная и институциональная системы определяют во временном пространстве спектр реально-возможных изменений экономики. В соответствии со степенью сопряженности во времени культурно-ценностных, институциональных и технологических структур формируются более или менее устойчивые экономико-технологические образования, которые воспроизводятся как некоторые целостности. В зависимости от длительности эволюции воспроизводственных образований происходит смена эпох, этапов и периодов экономического развития, технико-экономических укладов и экономических циклов.

В условиях глобализации и инновационной конкуренции усиливается необходимость смены парадигмы технико-экономического развития, что предполагает пересмотр культурно-ценностных стереотипов, переориентации институциональных и хозяйственных практик на основе формирования отвечающего вызову времени нового набора инструментальных ценностей и принципов подвижности полномочий и ответственность, конкуренция идей, гибкость организационных структур, повышение значимости нематериальных ресурсов, активизация процессов генерирования и тиражирования новаций. Следует отметить, что начиная со второй половины XX в. из управленческой экзотики ценностно-ориентированный подход все больше превращается в необходимый компонент успешного предпринимательства. При этом осуществляется поиск ответов на конкретные вопросы, которые возникают в

практической деятельности и связаны с разработкой инструментария, позволяющего получить адекватные оценки достигаемых результатов, издержек и рисков при реализации тех или иных управленческих решений, обеспечить успешную интеграцию ценностно-ориентированного подхода в корпоративную стратегию, как ключевого фактора достижения устойчивых конкурентных преимуществ на основе создания модели, наилучшим образом обеспечивающей развитие и реализацию динамических способностей фирмы [25,26].

Созданная в нашей стране экономическая модель не позволяет успешно решать задачи повышения конкурентоспособности и производительности, поскольку она основывается на использовании неолиберальной ценностно-смысловой схеме интерпретации хозяйственных и институциональных практик и методов регулирования. Как отмечает Гж. Колодко, неолиберальная политика реализуется исходя из исповедуемых неолиберализмом ценностей и заботы об определенных групповых интересах [27]. В рамках неолиберальной политики, чтобы улучшить материальное положение узких элит за счет большинства общества, прибегают к таким фундаментальным идеям либерализма, как свобода и демократия, частная собственность и предпринимательство, конкуренция и экономическая свобода. Но выступать на словах за них *pro publico bono* и эксплуатировать их в интересах меньшинства за счет большинства — две совершенно разные ипостаси одной политики. При этом нынешние нарушения в мировой экономике не сводятся к финансово-экономическому кризису, кризис охватил социальную сферу, из которой постепенно перетекает в сферу политическую; и на все это постепенно начинает накладываться кризис в сфере ценностей и идеологии.

Заключение

В противовес мейнстриму как ортодоксальной теории предлагается гетеродоксальная версия платформы исследовательских программ, которая позволяют создать интегративную и нередукционистскую теорию и основными методологическими установками которой является реализация: 1) общенаучных принципов системно-синергетического подхода к анализу сложных, открытых и саморазвивающихся систем; 2) культурно-ценностного подхода, основанного на ценностно-рациональной модели поведения и

учитывающего плюролистичность оценки принимаемых решений и многомерность (разнородность) их последствий; 3) пространственно-временного подхода, позволяющего интерпретировать поведение и взаимодействия разнородных экономических субъектов исходя из их социально-экономической роли в рамках конкретно-временного контекста с учетом зависимости от избранного в прошлом пути и вызовов времени; 4) диалектического подхода к анализу хозяйственной жизни с учетом признания ее сложной структуры и внутренних противоречий, а также возникающих на этой основе дисфункций, обуславливающих формирование противоречивого единства преимуществ и недостатков социально-экономической системы; 5) деятельностно-конструктивного подхода, учитывающего возможности воздействия субъектов на изменение структурных условий экономики.

Использование предложенного подхода позволяет более содержательно интерпретировать системное качество экономики, своеобразии взаимодействия ее субъектов и структурных детерминант в рамках конкретно-исторического периода на основе введения в исследование явным образом наиболее методологически сложного аспекта - этического фактора, выступающего не только фундаментальным основанием, но и стратегически значимым ориентиром, формирующем сквозные принципы организации национальной экономики и хозяйственных процессов, а также их реструктурирования.

Библиографический список

1. Бюшер, М. Этика и методология / М. Бюшер // *Общественные науки и современность*. – 1996. – № 1. – С. 133-143.
2. Ходжсон, Дж. Институты и индивиды: взаимодействие и эволюция / Дж. Ходжсон // *Вопросы экономики*. – 2008. – № 8. – С. 45-61.
3. Плосконосова, В.П. Структурирование правящей элиты и формирование траектория социальных изменений / В.П. Плосконосова. – Омск, Изд-ва В.В. Васильева, 2008. – 246 с.
4. Мельник, Д.В. Нуждается ли экономическая теория в этике? Взгляд со стороны аристотелевской традиции / Д.В. Мельник // *Общественные науки и современность*. – 2013. – № 5. – С. 5-15.
5. De Roover R. Scholastic Economics: Survival and Lasting Influence from the Sixteenth Century to Adam Smith // *The Quarterly Journal of Economics*. 1955. Vol. 69. № 2.
6. Бенедикт XVI. Энциклика *Deus Caritas Est*. 2005. Режим доступа: http://www.benediktvi.ru/index.php?option=com_conter&task=view&id=681.
7. Фома Аквинский. Сумма теологии. Т. IV. Первая часть, Второй части. *Вопр.* 68-114. – М.: Наука, 2012. – 678 с.
8. Жильсон, Э. Избранное. Т. 1. Томизм. Введение в философию св. Фомы Аквинского / Э. Жильсон. – М. - СПб., Наука, 1999. – 768 с.
9. Вебер, М. Основные социологические понятия / Вебер М. – Избранные произведения. – М.: Изд-во Иностранная литература, 1990. – 848 с.
10. Бруннер, К. Представление о человеке и концепция социума: два подхода к пониманию общества / К. Бруннер // *THESIS*. – 1993. – Т.1. – № 3. – С. 32-42.
11. Шилз, Э. Общество и общества: макросоциологический подход / Э. Шилз // *Американская социология: Перспективы, проблемы, методы*. – М.: Прогресс, 1972. – С. 347-350.
12. Смит, А. Исследования о природе и причинах богатств народов / А. Смит // *Антология экономической классики: в 2 т.* – М.: МП «ЭКОНОВ», 1993. – Т. 1. – С. 79-396.
13. Роулз Д. Теория справедливости / Д. Роулз. – Новосибирск: Наука, 1995. – 230 с.
14. Alexander J. *The Civil Sphere*. N.Y., 2006.
15. Бирюков, В.В. Социальные трансформации и модернизация российского общества / В.В. Бирюков, В.П. Плосконосова, П.В. Ополе. – Омск: СибАДИ, 2013. – 268 с.
16. Парсонс, Т. О структуре социального действия / Т. Парсонс. – М.: Академический проект, 2000. – 880 с.
17. Плосконосова, В.П. Деловая среда развития малого предпринимательства и формирование предпринимательской ренты / В.П. Плосконосова, Е.В. Романенко // *Вестник СибАДИ*. – 2012. – №1(23). – С. 116-120.
18. Бирюков В.В. Контекстуализация теории предпринимательства / В.В. Бирюков, Е.В. Романенко // *Вестник СибАДИ*. – 2016. – № 2 (48). – С. 154-159.
19. Мизес, Л. Либерализм и классические традиции / Л. Мизес. – М.Ж Дело, 1995. – 35 с.
20. Форд, Г. Моя жизнь, мои достижения / Г. Форд. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 212 с.
21. Etzioni A. *The Moral Dimension*. // *Toward the now Economics*. 1990. № 9. P.208-209,211.
22. И.ван Ставерен Этика эффективности / И.ван Ставерен // *Вопросы экономики*. – 2009. – №12. – С. 59
23. Dugger W. *The New Institutionalism: New But Not Institutionalism*// *Journal of Economic Issues*. 1990.June. p. 426-427.
24. Phillips N., Tracey P. Opportunity Recognition, Entrepreneurial Capabilities, and Bricolage: Connecting Institutional Theory and Entrepreneurship in Strategic Organization// *Strategic Organization*. 2007. Vol. 5. № 3.

25. Бирюков, В.В. Промышленная политика в условиях неоиндустриализации: подходы к формированию / В.В. Бирюков, В.П. Плосконосова // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 3 (43). – С. 84-92.

26. Благов, Ю.В. Эволюция концепции и теории стратегического управления / Ю.В. Благов // Вестник Спб ун-та. Серия 8. – 2011. – Вып. 1. – С. 3-26.

27. Колодко, Гж. Неолиберализм и мировой экономический кризис / Гж. Колодко // Вопросы экономики. – 2010. – № 3. – С. 18-28

VALUABLE AND RATIONAL BEHAVIOUR AND SYSTEM AND EVOLUTIONARY PARADIGM OF STRUCTURIZATION OF ECONOMY

V.V. Biryukov

Abstract. The methodology of research of economic processes based on complementarity of the principles of individualism and a holizm is offered. Providing paradigmaly reconsideration of communication of ethics and economy. The cultural and valuable structure is interpreted as special measurement of economy as the system institutional cover forming a framework. It is shown that institutional structuring economy acts as search of an institutional compromise of the interacting diverse subjects within which proceeding from cognitive and mental abilities and negotiation force they reach a consent concerning the fact that the created norms and rules provide formation of fair balance of the inconsistent valuable principles taking into account conditions of their implementation. Relevance and the key directions of realization of value-oriented approach when forming institutional the practician and the solution of practical tasks is reasonable.

Keywords: methodological individualism, methodological holizm, economy, ethics, cultural and valuable system, institutional system, structurization of economy, institutional innovations.

References

1. Bjuusher M. Jetika i metodologija [Ethics and methodology]. *Obshhestvennye nauki i sovremennost'*, 1996, no 1. pp.133-143.

2. Hodzhson Dzh. Instituty i individy: vzaimodejstvie i jevoljucija [Institutes and individuals: interaction and evolution]. *Voprosy jekonomiki*, 2008, no 8. pp. 45-61.

3. Ploskonosova V.P. *Strukturirovanie pravjashhej jelity i formirovanie traektorija social'nyh izmenenij* [Structuring ruling elite and formation trajectory of social changes]. Omsk, 2008. 246 p.

4. Mel'nik D.V. Nuzhdaetsja li jekonomicheskaja teorija v jetike? Vzglyad so storony aristotelevskoj tradicii [Nuzhdayetsya the economic theory in ethics? A look from Aristotelean tradition]. *Obshhestvennye nauki i sovremennost'*, 2013, no 5. pp. 5-15.

5. De Roover R. Scholastic Economics: Survival and Lasting Influence from the Sixteenth Century to Adam Smith // *The Quarterly Journal of Economics*. 1955. Vol. 69. № 2.

6. Benedikt XVI. Jenciklika Deus Caritas Est. 2005 Available at:

http://www.benediktvi.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=681.

7. Foma Akvinskij. *Summa teologii* [Theology sum]. Moscow, 2012. 678 p.

8. Zhil'son Je Izbrannoe. T. 1. Tomizm. Vvedenie v filosofiju sv. Fomy Akvinskogo [Thomism. Introduction to St. Thomas Aquinas's philosophy]. Moscow-St. Petersburg, 1999. 768 p.

9. Veber M. Osnovnye sociologicheskie ponjatija [The basic sociological concepts]. *Izbrannye proizvedenija*, Moscow, 1990. 848 p.

10. Brunner K. Predstavlenie o cheloveke i koncepcija sociuma: dva podhoda k ponimaniju obshhestva [Idea of the person and concept of society: two approaches to understanding of society]. *THESIS*, 1993, T.1, no 3. pp.32-42.

11. Shilz Je. *Obshhestvo i obshhestva: makrosociologicheskij podhod* [Obshchestvo and societies: macrosociological approach / E. Shilz//American sociology: Prospects, problems, methods]. *Amerikanskaja sociologija: Perspektivy, problemy, metody*. Moscow, Progress, 1972. pp. 347-350.

12. Smit A. Issledovanija o prirode i prichinah bogatstv narodov [Researches about the nature and the reasons of riches of the people]. *Antologija jekonomicheskoy klassiki*, 1993. pp. 79-396.

13. Roulz D. *Teorija spravedlivosti* [Theory of justice]. Novosibirsk, 1995. 230 p.

14. Alexander J. *The Civil Sphere*. N.Y, 2006.

15. Birjukov V.V., Ploskonosova V.P., Opolev P.V. *Social'nye transformacii i modernizacija rossijskogo obshhestva* [Social transformations and modernization of the Russian society]. Omsk, 2013. 268 p.

16. Parsons T. *O strukture social'nogo dejstvija* [O structure of social action]. Moscow, Akademicheskij proekt, 2000. 880 p.

17. Ploskonosova V.P., Romanenko E.V. Delovaja sreda razvitija malogo predprinimatel'stva i formirovanie predprinimatel'skoj renty [Business environment of development of small business and formation of an enterprise rent]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 1(23). pp. 116-120.

18. Birjukov V.V., Romanenko E.V. Kontekstualizacija teorii predprinimatel'stva [Kontekstualization's unsociable persons of the theory of business]. *Vestnik SibADI*, 2016, no 2 (48). pp. 154-159.

19. Mizes L. *Liberalizm i klassicheskie tradicii* [Liberalizm and classical traditions]. Moscow, Zh Delo, 1995. 35 p.

20. Ford G. *Moja zhizn', moi dostizhenija* [My life, my achievements]. Moscow, Finansy i statistika, 1989. 212 p.

21. Etzioni A. The Moral Dimension. //Toward the now Economics. 1990. № 9. R.208-209,211.

22. I.van Staveren Jetika jeffektivnosti [Ethics of efficiency]. *Voprosy jekonomiki*, 2009, no 12. pp. 59

23. Dugger W. The New Institutionalism: New But Not Institutionalism// *Journal of Economic Issues*. 1990.June. p. 426-427.

24. Phillips N., Tracey P. Opportunity Recognition, Entrepreneurial Capabilities, and

Bricolage: Connecting Institutional Theory and Entrepreneurship in Strategic Organization// Strategic Organization. 2007. Vol. 5. no 3.

25. Birjukov V.V., Ploskonosova V.P. Promyshlennaja politika v uslovijah neoindustrializacii: podhody k formirovaniju [Industrial policy in the conditions of neoindustrialization: approaches to formation]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 3 (43). pp. 84-92.

26. Blagov Ju.V. Jevoljucija koncepcii i teorii strategicheskogo upravljenja [Evolution of the concept and theory of strategic management]. *Vestnik Spb unta. Serija 8*, 2011, no 1. pp. 3-26.

27. Kolodko Gzh. Neoliberalizm i mirovoj jekonomicheskij krizis [Neoliberalism and world

economic crisis]. *Voprosy jekonomiki*, 2010, no 3. pp. 18-28/

Бирюков Виталлий Васильевич (Россия, г. Омск) – доктор экономических наук, профессор, академик Российской академии социальных наук, проректор по НИР ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, пр. Мира, 5, e-mail: e-mail: birukov_vv@sibadi.org).

Biryukov Vitaly Vasilyevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of economic sciences, professor, an academician of the Russian academy of social sciences, the pro-rector for scientific work of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Mira Ave., 5, e-mail: birukov_vv@sibadi.org).

УДК 338:001:895

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНИРУЮЩЕГО ИНВЕСТИЦИОННОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ. ЧАСТЬ 2

З.В. Горбунова, Н.Г. Уразова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Россия, г. Иркутск.

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы реализации предлагаемого в первой части статьи процесса определения доминирующего инвестиционного направления развития компании (на примере ОАО «Иркутскэнерго»). Авторами предложены специфические отраслевые критерии оценки инвестиционных направлений и проектов. Представлены результаты применения математических методов и методов теории принятия решения для выбора доминирующего инвестиционного направления развития компании. Реализован способ формирования портфеля проектов доминирующего инвестиционного направления развития ОАО «Иркутскэнерго».

Ключевые слова: проект, портфель проектов, метод анализа иерархий, метод главных компонент, метод парной компенсации.

Введение

Энергетическая отрасль – стратегическая отрасль современной промышленности. Анализируя перспективы развития энергетической отрасли [1], можно сделать вывод, что энергетические компании, целью которых является преумножение своих конкурентных преимуществ на сложившихся рынках электроэнергии и мощности, стремятся реализовывать наиболее эффективные направления, разрабатываемые в различных видах деятельности. При этом у компаний возникает ключевой вопрос: как в условиях ограниченных ресурсов определять первостепенные направления и, как следствие, достигать конкурентных преимуществ за счет их реализации.

Предложенный в первой части статьи процесс был апробирован при определении доминирующего инвестиционного направления ОАО «Иркутскэнерго» – одной из крупнейших энергетических компаний

Сибири. ОАО «Иркутскэнерго» представляет собой мощный производственный энергетический комплекс, который расположен в Иркутской области и обеспечивает электро- и теплоэнергией население области, предприятия малого и среднего бизнеса, сельского хозяйства, социальной сферы, крупные добывающие и перерабатывающие предприятия региона, среди которых можно выделить ОК «РУСАЛ», ОАО «СУАЛ», Группа Илим (г. Братск), Группа Илим (г. Усть-Илимск), Коршуновский ГОК, ОАО «АНХК», Завод полимеров (г. Ангарск), ОАО «Химпромусолье», ОАО «Саянскхимпласт».

В рамках производственно-экологической деятельности компанией определено пять инвестиционных направлений: гидравлические электрические станции (ГЭС); тепловые электрические станции (ТЭС); атомные электрические станции (АЭС); тепловые сети (ТС); технологии по защите окружающей среды (ТЗОС). Так как целью

являлось определение доминирующего инвестиционного проекта из предлагаемых и, как следствие, формирование портфеля проектов в рамках данного направления, был применен процесс определения доминирующего инвестиционного направления развития компании, схема которого представлена в части 1 статьи.

Реализация процесса определения доминирующего инвестиционного направления развития энергетической компании

1. Определение возможных критериев оценки инвестиционных направлений.

Учитывая специфику деятельности компании, в качестве критериев оценки инвестиционных направлений были предложен ряд критериев. Проведя экспертную оценку, экспертами в которой стали специалисты ОАО «Иркутскэнерго», Иркутского филиала ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», ЗАО «РЭС» (г.Новосибирск), ОАО

«СибирьЭнерго» (г.Новосибирск), были определены следующие ключевые критерии оценки инвестиционных направлений: степень инновационности инвестиционного направления; степень его проработанности; степень надежности; степень энергоэффективности; степень эффекта по масштабу влияния; объем инвестиций, характеристики которых отражены на рис 1.

Стоит отметить, что при оценке направлений необходимо учитывать такой количественный показатель, как объем инвестиций, и чем его значение меньше, тем выгоднее компании. В ходе экспертной оценки инвестиционных направлений развития компании, изложенных в «Программе инновационного развития и модернизации Иркутского акционерного общества энергетики и электрификации до 2017 г.» [2], им были присвоены следующие баллы, представленные в таблице 1.

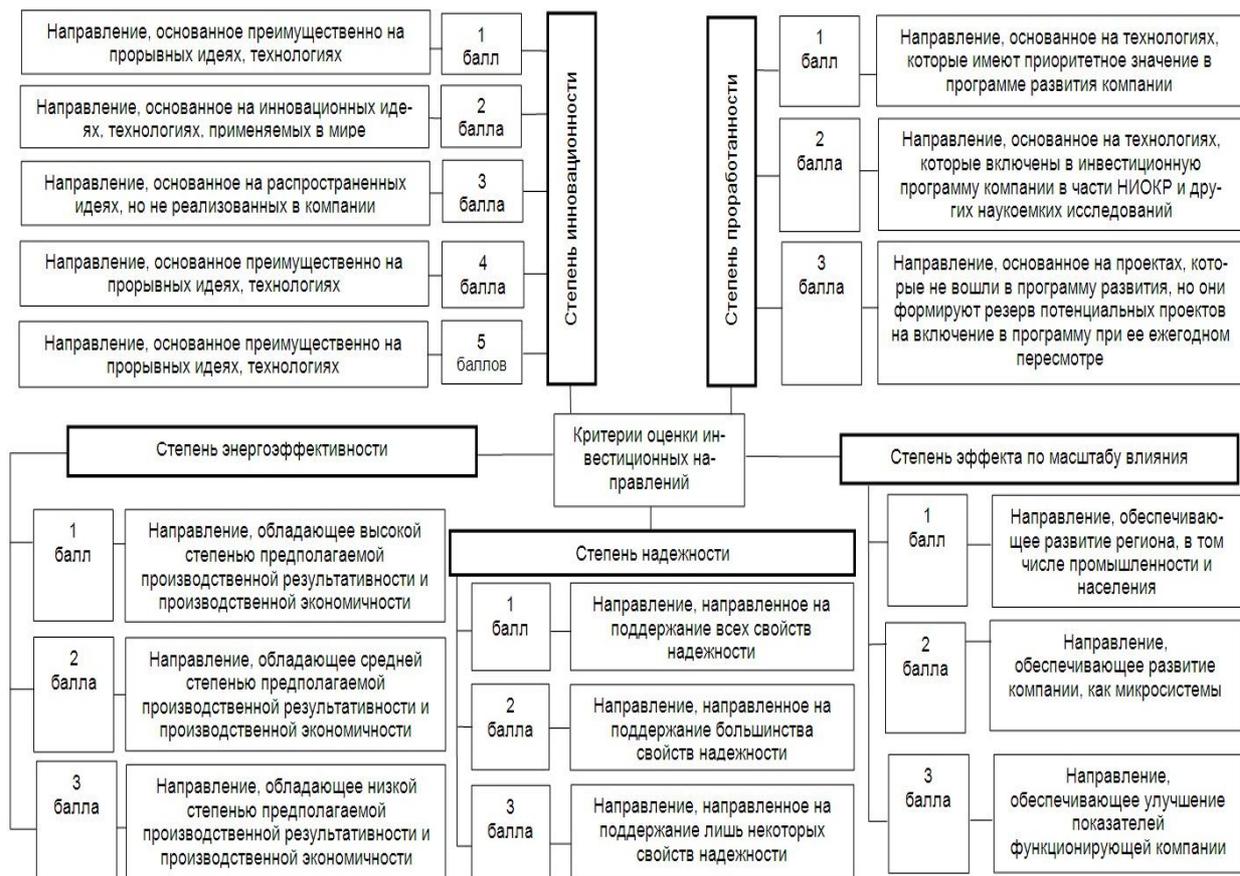


Рис. 1. Критерии оценки инвестиционных направлений и проектов

Таблица 1 – Экспертные оценки по критериям оценки инвестиционных направлений

	Степень инновационности (УИ), балл	Степень проработанности (УП), балл	Степень Надежности (УН), балл	Степень энергоэффективности (УЭЭ), балл	Степень эффекта по масштабу влияния (УЭМВ), балл	Объем инвестиций (ОФР), млн. руб.*
ГЭС	3	2	2	2	2	1066,3
ТЭС	3	2	2	1	2	794,3
АЭС	1	1	1	1	1	21015,5
ТС	4	3	3	3	2	105
ТЗОС	3	1	3	2	1	30,1
Размерность шкалы	1-5	1-3	1-3	1-3	1-3	

*по данным [2]

2. Сравнение инвестиционных направлений.

Далее, с помощью метода анализа иерархий [3], сущность которого рассмотрена в первой части статьи и подробно изложена в

[4], были определены веса каждого инвестиционного направления по совокупности критериев оценки, что представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Взвешенная матрица значений приоритетности инвестиционных направлений по совокупности критериев

Инвестиционное направление	W ГЭС	W ТЭС	W АЭС	W ТС	W ТЗОС	Σ
Значение интегрального приоритета	0,1133	0,2516	0,4496	0,1628	0,3586	1,3359
Вес, %	8,480	18,836	33,655	12,189	26,840	100
Ранг	V	III	I	IV	II	

Исходя из таблицы 2, можно сделать вывод, что ключевыми инвестиционными направлениями развития компании являются инвестиционное направление «Атомные электрические станции», имеющее приоритеты почти по всем критериям, но имеющее худший результат по критерию «Объем инвестиций», и инвестиционное направление «Технологии по защите окружающей среды», лидирующее по данному критерию.

3. Анализ показателей деятельности компании.

Для определения доминирующего инвестиционного направления необходимо выявить недостатки ключевых направлений по характерным показателям деятельности компании.

Учитывая специфику деятельности ОАО «Иркутскэнерго», показатели должны иметь взаимосвязи между собой, что отображено на рисунке 2.

Ввод новых мощностей зависит от объема инвестиций. Объем выработки электроэнергии зависит от установленной мощности оборудования. В свою очередь, в зависимости от того, какой объем электроэнергии вырабатывается, будет

определяться расход условного топлива и уровень водопотребления, которые формируют затраты по экологическим платежам. Также объем выработки электроэнергии связан с уровнем потерь в сетях, которые зависят от периодичности проводимых ремонтов, что и отражается на эксплуатационных затратах по сетям и оборудованию, которые формируют величину амортизационных отчислений. В итоге сумма всех затрат формирует общие затраты, из которых после формируется средний тариф на электроэнергию, от которого впоследствии зависит прибыль. В инвестиционных проектах энергетических компаний тариф является той величиной, по которой далее рассчитываются все показатели эффективности инвестиций [5].

Данные показатели, на наш взгляд, отражают не только специфику внутренней деятельности компании, но и ее конкурентоспособность. Достоинством этих показателей является то, что они отражаются в публичной отчетной информации энергетических компаний, и это дает возможность потенциальным инвесторам анализировать динамику их развития.

Для выбора характерных показателей из представленных было предложено

использование метода главных компонент Пирсона, суть которого отражена в первой части статьи и подробно изложена в [6]. Данный метод было предложено реализовывать при помощи технической обработки данных с применением программного обеспечения Matlab. В результате были выявлены показатели,

которые имеют наибольшие значения, а это значит, что они являются характерными показателями развития компании. Такими показателями были определены X_2 (объем выработки электроэнергии), X_7 (объем вредных выбросов в атмосферу), X_{10} (общие затраты).

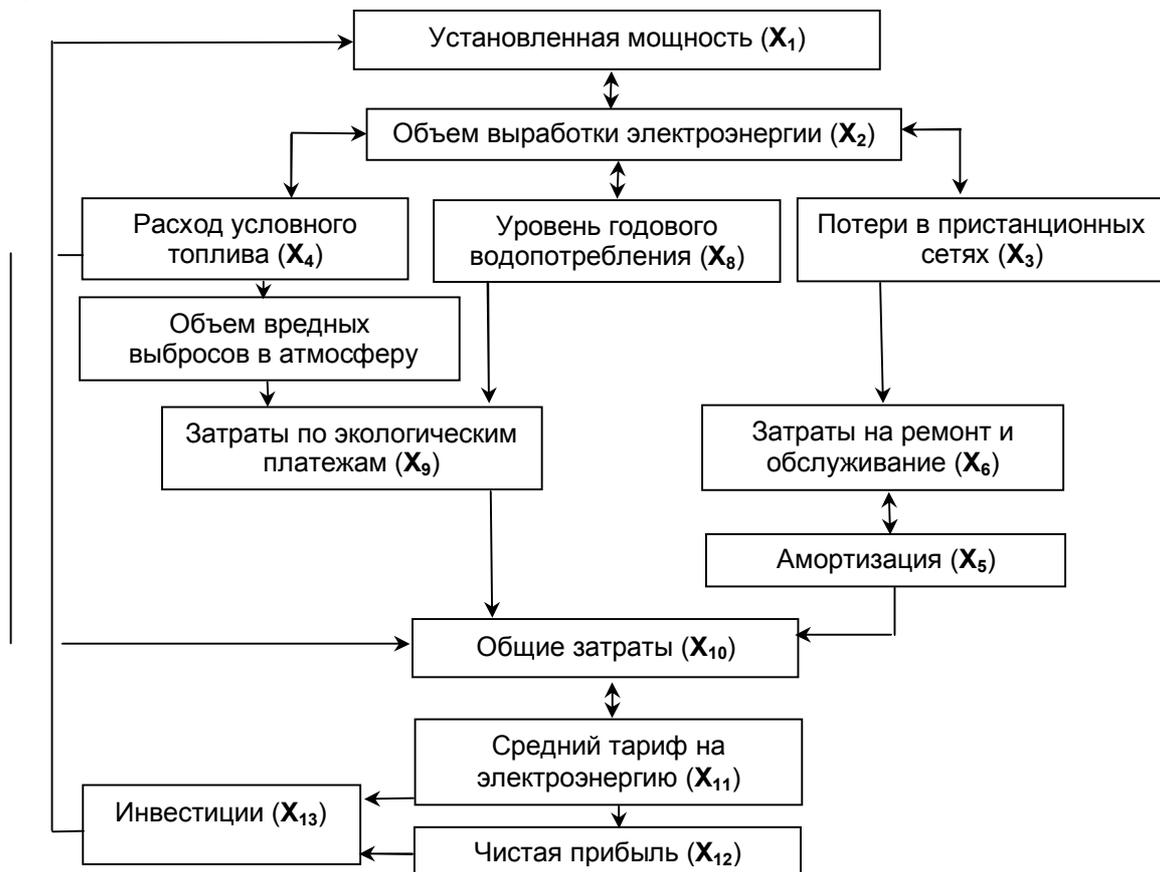


Рис. 2. Взаимосвязь основных показателей деятельности энергетической компании

4. Сравнение ключевых инвестиционных направлений развития компании

Для выбора доминирующего инвестиционного направления сравниваем ключевые направления по характерным показателям, используя метод парной компенсации [7]:

1) производим сравнительное описание перспектив реализации инвестиционного направления «Атомные электрические станции» и инвестиционного направления «Технологии по защите окружающей среды» для выявления недостатков по каждому показателю, выбранному по методу главных компонент;

2) производим ранжирование недостатков показателей. Чем существеннее недостаток, тем меньше его ранг. Таким образом, ранг 1 –

самый существенный недостаток в инвестиционном направлении, ранг 2 – менее существенный и ранг 3 – наименее существенный. Для инвестиционного направления «Атомные электрические станции» ранг 1 имеет недостаток необходимость захоронения ядерного топлива после эксплуатации, ранг 2 – риск невыработки в случае необеспечения ядерным топливом, ранг 3 – постоянный мониторинг повышенной степени надежности работы. Для инвестиционного направления «Технологии по защите окружающей среды» ранг 1 имеет недостаток увеличение отходов с увеличением выработки электроэнергии, ранг 2 – плановые ремонтно-эксплуатационные затраты, ранг 3 – отсутствует, так как данное направление ориентировано на снижение объемов выбросов.

3) формируем базовый вариант без недостатков и сравниваем альтернативы посредством введения в базовый вариант недостатков, что отражено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение инвестиционных направлений по недостаткам

Сравнение инвестиционных направлений по недостаткам, имеющим ранг 1			
«АЭС»		Базовый вариант	«ТЭС»
		Максимальный объем выработки электроэнергии	Увеличение отходов с увеличением выработки электроэнергии
Необходимость захоронения ядерного топлива после эксплуатации		Минимальный объем вредных выбросов в атмосферу	
		Минимальные общие затраты	
Сравнение инвестиционных направлений по недостаткам, имеющим ранг 2			
«АЭС»		Базовый вариант	«ТЭС»
Риск невыработки в случае необеспечения ядерным топливом;		Максимальный объем выработки электроэнергии	
		Минимальный объем вредных выбросов в атмосферу	
		Минимальные общие затраты	Плановые ремонтно-эксплуатационные затраты
Сравнение инвестиционных направлений по недостаткам, имеющим ранг 3			
«АЭС»		Базовый вариант	«ТЭС»
		Максимальный объем выработки электроэнергии	
		Минимальный объем вредных выбросов в атмосферу	
Постоянный мониторинг повышенной степени надежности работы		Минимальные общие затраты	

Если рассматривать определение доминирующего инвестиционного направления по существенным недостаткам, имеющим ранг 1, то данные направления находятся на одном уровне, так как отходы мини-АЭС, загрязняющие в перспективе литосферу, могут быть соизмеримы с отходами ТЭС, увеличение выработки на которых ведет к загрязнению атмосферы на всем периоде эксплуатации.

Далее сравниваются недостатки, имеющие ранг 2. При этом также сложно определить доминирующее инвестиционное направление и, в силу того, что хотя риск невыработки в случае необеспечения ядерным топливом и существует, политика компании направлена на минимизацию всех возможных рисков и на увеличение уровня надежности, по которому направление «АЭС» занимает лидирующее место. Плановые ремонтно-эксплуатационные затраты возможны при реализации любого инвестиционного направления.

Далее сравниваются недостатки, имеющие ранг 3. В инвестиционном направлении «ТЭС» недостатка с рангом 3

экспертами выявлено не было. А для инвестиционного направления «АЭС» таковым недостатком стала необходимость постоянного мониторинга оборудования, что связано с обеспечением высокого уровня надежности.

Таким образом, при сравнении ключевых инвестиционных направлений по методу парной компенсации, доминирующим может быть признано инвестиционное направление «Технологии по защите окружающей среды».

В рамках доминирующего инвестиционного направления в части 1 статьи был предложен механизм формирования портфеля проектов.

5. Определение возможных критериев оценки инвестиционных проектов

Ранжирование проектов в ОАО «Иркутскэнерго» производится на основе определения экономической эффективности инвестиций. Однако при оценке проектов акцент необходимо делать не только на первоначальные инвестиции (ОИ), принимая этот критерий как важный и необходимый, но и на такие критерии, как степень инновационности (СИ), степень

проработанности (СП), степень надежности (СН), степень энергоэффективности (СЭЭ), степень эффекта по масштабу влияния (СЭМВ), в полной мере отображающие все характеристики проектов доминирующего инвестиционного направления.

6. Сравнение инвестиционных проектов

В результате анализа проектов доминирующего инвестиционного направления «Технологии по защите окружающей среды» экспертами были присвоены баллы проектам по критериям оценки, представленных в таблице 4.

Таблица 4 – Экспертные оценки по критериям оценки проектов доминирующего инвестиционного направления «Технологии по защите окружающей среды»

	Условное обозначение	СИ, балл	СП, балл	СН, балл	СЭЭ, балл	СЭМВ, балл	ОИ, млн. руб.*
Строительство опытной установки по производству безобжигового зольного гравия	Проект А	2	1	2	1	1	1,7
Использование отходов углеобогатительных фабрик в качестве замещающего топлива на станциях	Проект Б	2	1	2	2	2	100
Технологии совместного сжигания коро-древесных отходов с углем на котлах среднего давления (БКЗ-75 ст. № 9 ТЭЦ-6)	Проект В	3	1	2	1	3	40
Установка теплового насоса на канализационных сооружениях в г. Байкальске	Проект Г	3	1	2	1	1	50
Внедрение пароводокислородной очистки, консервации, пассивации	Проект Д	5	1	1	2	2	49,7
Технология производства слабогорючих строительных и теплоизоляционных материалов нового поколения на основе золошлаковых отходов – пенозол/винизол (строительные отделочные материалы на основе золы уноса)	Проект Е	2	2	1	1	2	15
Технология получения полимиктового песка как компонента для производства современной пенополиминеральной изоляции (ППМИ) и других ценных материалов из ЗШО ТЭЦ	Проект Ж	2	2	1	1	2	4,1
Перевод жидкошлачных котлов ТЭЦ-6 на отбор сухого шлака	Проект З	3	2	2	2	2	1
Внедрение изделий из пластика в золоулавливающую установку мокрого типа для исключения образования трудноудаляемых цементирующих отложений	Проект И	3	3	2	2	2	3,5
<i>Размерность шкалы</i>		1-5	1-3	1-3	1-3	1-3	

* по данным [2]

Для выявления веса каждого проекта по совокупности критериев был использован метод анализа иерархии, в результате были определены локальные векторы приоритетов проектов по критериям и локальные векторы

приоритетов критериев по проектам. Применяя иерархическое взвешивание [8], были получены веса каждого проекта по совокупности критериев, что представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Взвешенная матрица значений приоритетности проектов доминирующего инвестиционного направления «Технологии по защите окружающей среды» по совокупности критериев и их ранжирование по совокупности критериев

Проект	Значение интегрального приоритета проекта	Вес, %	Ранг проекта в портфеле
<i>W Проект А</i>	0,2066	0,145	I
<i>W Проект Б</i>	0,1381	0,097	VII
<i>W Проект В</i>	0,1397	0,098	VI
<i>W Проект Г</i>	0,1875	0,132	II
<i>W Проект Д</i>	0,1687	0,119	V
<i>W Проект Е</i>	0,1818	0,128	III

<i>W Проект Ж</i>	0,1290	0,091	VIII
<i>W Проект З</i>	0,1748	0,123	IV
<i>W Проект И</i>	0,0952	0,067	IX
Σ	1,4214	1,000	

7. Ранжирование инвестиционных проектов

Проранжировав полученные веса, можно составить их порядок для дальнейшего формирования портфеля проектов, что отображено в крайнем столбце таблицы 5.

8. Формирование портфеля проектов

Основываясь на методе идеальной точки (см. часть 1 статьи) и учитывая, что финансирование в текущем году по данному направлению составило 80 млн. руб., был сформирован портфель проектов, состоящий из следующих проектов: «А» – 1,7 млн. руб., «Г» – 50 млн. руб., «Е» – 15 млн. руб., «З» – 1 млн. руб., «И» – 3,5 млн. руб.

Выводы

Применение рассматриваемого процесса достаточно трудоемко, однако, его можно использовать многократно с учетом корректировки структуры и наполнением данными. Так как формирование портфеля осуществляется на долгосрочную перспективу, то частое использование всех процедур необязательно. Из проведенного исследования видно, что выбор альтернативы может осуществляться по совокупности критериев, которые могут иметь не только количественные, но и качественные характеристики, учитывая условно-субъективные (действия лица, принимающего решение, и экспертов), и условно-объективные (применение технической поддержки информационных технологий) аспекты.

Предложенный подход достаточно полно отражает не только человеческие факторы, возникающие при выборе, но и использует диалог с компьютером, учитывает отраслевые особенности компаний, которые включаются в рассмотрение при выборе направлений развития, выборе критериев оценки.

Формирование портфеля проектов – вопрос стратегический, особенно в условиях современной конкуренции в любой отрасли, ведь от правильности данных операций будет зависеть как развитие компании, так и ее положение на рынке.

Библиографический список

1. Воронина, С.А. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы / С.А. Воронина, А.Ю. Колпаков, А.С. Некрасов, В.В. Семикашев, Ю.В. Синяк // Проблемы прогнозирования. – 2013. – № 1. – С. 4-21.
2. Программа инновационного развития и модернизации Иркутского акционерного общества энергетики и электрификации до 2017 г.
3. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.: ил.
4. Колчина, З.В. Использование метода анализа иерархий при ранжировании инвестиционных проектов на предприятии / З. В. Колчина // Актуальные вопросы экономических наук. Часть 3: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф., Новосибирск, 12 ноября 2009 г. – Новосибирск: ЦРНС, 2009. – С. 123-128.
5. Колчина, З.В. Стратегии инновационного развития в энергетике: монография / З.В. Колчина, Н.Г. Уразова. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – 204 с.
6. Дубров, А.М. Компонентный анализ и эффективность в экономике: учеб. пособие / А.М. Дубров. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 352 с.
7. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Наука. Физмалит, 1996. – 208 с.
8. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

DEFINITION OF THE DOMINATING INVESTMENT DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF THE COMPANY. PART 2

Z.V. Gorbunova, N. G. Urazov

Abstract. The article considers the process of detection of the dominant investment area for the development of companies (in the example of the «Irkutskenergo» company). Authors suggested specific industry criteria of marking in investment areas and projects. They presented results of using mathematical methods and decision theory methods for choice of dominant investment area for the development of company. Authors suggested worked out the methodical approach of the forming of projects' portfolio of the dominant investment area for the development of the «Irkutskenergo» company.

Keywords: the project, the projects' portfolio, analytical hierarchy method, principal components method, pair compensation method.

References

1. Voronina S.A., and Kolpakov, A.U, and Nekrasov, A. S., and Sekashev, V.V., and Sinyak, U.V. *Toplivno-enegeticheskiy kompleks Rossii: vozmozhnosti i perspektivy* [Power complex of Russia: opportunities and prospects]. Problems of forecasting, 2013, no. 1, pp. 4-21.
 2. Program of innovative development and modernization of Irkutsk joint-stock energetic company to 2017 year.
 3. Saati T. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy* [Acceptance of the solving: analytical hierarchy method]. Radio and connection Press, Moscow, 1993, 320 p.
 4. Kolchina Z. *Ispolzovanie metoda analiza ierarhiy pri rahjirovanii investitsionnyh projektov na predpriyatii* [Using of analytical hierarchy method in ranging of investment projects on enterprise]. Trudy 9 Vserossiyskoynauchnoprakticheskoykonferencii *Aktualnyevoprosyeconomicheskoyh nauk* [Proc. 9th Russian science practice conference «Actual questions economic science»], Novosibirsk, 2009, pp. 123-128.
 5. Kolchina Z. and Urazova, N. *Strategii innovacionnogo raxvitiya v energetike* [Strategies in innovative development in energetic industry]. Irkutsk State Technical University Press, Irkutsk, 2012, 204 p.
 6. Dubrov A. *Komponentniy analiz i effektivnost v ekonomike* [Component analysis and efficiently in economics]. Finance and statistics, Moscow, 2002, 352 p.
 7. Larichev O. *Kachestvennyye metody prinyatiya resheniy. Verbalniy analiz resheniy* [Quality decision-making methods. Verbal analysis of decisions]. Science, Moscow, 1996, 208 p.
 8. Saati T and Kerns, K. *Analiticheskoe planirovanie. Organizatsiya sistem* [Analitical planning. Organization of systems]. Radio and connection Press, Moscow, 1991, 224 p.
- Горбунова Зинаида Васильевна (Иркутск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент каф. «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, e-mail: flocean@mail.ru)*
- Уразова Нина Геннадьевна (Иркутск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент, доцент каф. «Управление промышленными предприятиями» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83).*
- Zinaida V. Gorbunova (Irkutsk, Russian Federation) – candidate economic sciences, Ass. Professor, Department of Automobile transport, Irkutsk National Research Technical University (664074, Lermontov st., 83, e-mail: flocean@mail.ru).*
- Nina G. Urazova (Irkutsk, Russian Federation) – candidate economic sciences, Ass. Professor, Department of Management industrial enterprises, Irkutsk National Research Technical University (664074, Lermontov st., 83).*

УДК 331.101.26

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

О.С. Евдохина, Е.В. Фалалеева, Е.А. Погребцова, В.В. Лёушкина
ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
г. Омск, Россия.

Аннотация. *Статья посвящена исследованию проблем развития социальной инфраструктуры сельских территорий Омской области. Дана характеристика условий и уровня развития производства и объектов социальной инфраструктуры села региона. Определены основные проблемы, оказывающие влияние на формирование и развитие социальной инфраструктуры муниципальных районов области. Выявлено и подтверждено расчетами наличие взаимосвязи между уровнем развития аграрного производства и социальной инфраструктуры села.*

Ключевые слова: *социальная инфраструктура, аграрное производство, интегральная оценка, факторный анализ, экономическое и социальное развитие.*

Введение

Влияние социальной инфраструктуры на рост сельскохозяйственного производства является не достаточно освещенной проблемой и поэтому представляет особый теоретический и практический интерес со стороны ученых-аграрников. В настоящее время все больше исследователей приходят к мнению, что использование возможностей

имеющейся сети социальной инфраструктуры в различных районах становится неременным условием хозяйственного прогресса самих районов, их социального развития, и, несомненно, обеспечит и рост аграрного производства, от которого напрямую зависит уровень продовольственной безопасности региона.

Необходимость проводимых исследований диктуется потребностью в исходной базе для разработки федеральных и региональных целевых программ, направленных на развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, социальное развитие села, развитие социальной и рыночной инфраструктуры [1].

Выполненные исследования, с одной стороны, с помощью специфического исследовательского инструментария, дают возможность оценить в агрегированных показателях уровень развития муниципальных сельских районов, с другой – выявить необходимые точки роста через формирование рациональной сельской инфраструктуры адресного воздействия: улучшать качество жизни сельского населения и рост сельскохозяйственного производства [2].

Оценка уровня устойчивого развития социальной инфраструктуры в разрезе районов Омской области

В настоящее время существует довольно много показателей, характеризующих уровень развития сельской социальной инфраструктуры, поэтому анализ целесообразно анализ проводить по отдельным сферам социальной инфраструктуры, таким как образование, здравоохранение, жилищная сфера, культура и спорт.

С учетом особенностей каждой сферы социальной инфраструктуры, мы выбрали наиболее подходящие показатели для оценки уровня ее функционирования и развития.

Так как показатели находятся в разных числовых диапазонах, для дальнейшей работы, необходимо осуществить нормирование показателей по формулам в зависимости от их благоприятного (формула 1) или неблагоприятного (формула 2) влияния на рейтинг района соответственно.

$$P_{ni} = \frac{P_i}{P_{\max}}; \quad (1)$$

$$P_{ni} = 1 - \frac{P_i}{P_{\max}} + \frac{P_{\min}}{P_{\max}}, \quad (2)$$

где P_{ni} – нормированное значение n -ого показателя развития социальной инфраструктуры сельских территорий i -го муниципального района; P_i – значение показателя развития социальной инфраструктуры сельских территорий i -го

муниципального района; P_{\max} – максимальное значение показателя в группе муниципальных районов; P_{\min} – минимальное значение показателя в группе муниципальных районов.

Если у муниципального района отсутствуют значения показателя, ему присваивается рейтинг равный нулю.

Все рассчитанные показатели в разрезе сфер социальной инфраструктуры приведены к безразмерному виду, который характеризует дифференцированные факторные рейтинги каждого из районов области. На основании полученных данных была рассчитана интегральная оценка (формула 3) уровня развития сфер социальной инфраструктуры Омской области.

$$I_i = \frac{\sum P_{ni}}{n}, \quad (3)$$

где I_i – интегральная оценка уровня развития сельских территорий i -го муниципального района; n – количество показателей, используемых в расчете интегрального показателя.

На основе рассчитанных интегральных показателей можно провести типологию регионов. Воспользуемся методикой, в рамках которой выделяются три группы сельских территорий. Согласно используемой методике сначала определяется интервал, который ограничивает группу сельских территорий, которые можно назвать равномерно развивающимися.

Пороговые значения интервала рассчитываются по формулам 4 и 5:

$$I_1 = \frac{3 * I_{\min} + I_{\max}}{4}; \quad (4)$$

$$I_2 = \frac{I_{\min} + 3 * I_{\max}}{4}, \quad (5)$$

где I_{\max} – максимальная интегральная оценка уровня развития сельских территорий; I_{\min} – минимальная интегральная оценка уровня развития сельских территорий [3].

Учитывая особенности системы образования, нами выбраны наиболее подходящие показатели для оценки уровня ее функционирования и развития. К наиболее важным нами отнесены такие как: число дошкольных учреждений; численность детей, охваченных услугами дошкольного воспитания, в % к численности детей в

возрасте 1-6 лет; численность педагогических работников (дошкольных учреждений); число государственных дневных общеобразовательных учреждений; численность учащихся общеобразовательных учреждений; численность педагогических работников (общеобразовательных учреждений) [4].

На основе полученных интегральных показателей уровня функционирования и устойчивости развития системы образования сельских территорий, был определен интервал дифференциации: $I_1=0,43$; $I_2=0,78$. С учетом полученных расчетов проведена типология районов области по уровню развития системы образования сельских территорий. Те районы, которые имеют интервал дифференциации меньше 0,43, отнесены к отстающим, а те, у которых этот показатель выше 0,78 - к передовым, имеющие показатели в диапазоне 0,43-0,78 - являются равномерно развивающимися.

Так, проведенный анализ показывает, что система образования в сельской местности Омской области функционирует не устойчиво, имеются серьезные проблемы, поскольку большая часть районов (20) относятся к группе отстающих, 11 районов являются равномерно развивающимися и только Омский район можно отнести к передовым.

В сфере дошкольного образования основной задачей, решаемой Министерством образования Омской области, является реализация мер, направленных на обеспечение общедоступности дошкольного образования. В городах и поселках городского типа последние годы наблюдается дефицит мест в дошкольных образовательных учреждениях, в сельской местности таких проблем нет, здесь на 100 мест приходится 90 детей. Охват детей в возрасте 1-6 лет дошкольными образовательными учреждениями растет и составляет в 2014 году 59,4 %.

Численность детей, охваченных дополнительным образованием, составляла в 2014 году 129,9 тыс. человек, что более чем в два раза превышает показатели 2010 и 2011 годов.

За анализируемый период сокращается численность студентов, обучающихся в государственных учреждениях, как среднего, так и высшего профессионального образования. Но при этом растет число студентов негосударственных ВУЗов, за анализируемый период их количество

увеличилось на 68,4% и составило 14576 человек [5].

Для того чтобы оценить уровень развития системы здравоохранения Омской области нужно использовать такие важнейшие показатели как коэффициент рождаемости, коэффициент смертности, коэффициент естественного прироста, обеспеченность врачами на 10000 человек населения, обеспеченность средним медицинским персоналом на 10000 человек населения, обеспеченность больничными койками на 10000 человек населения, фельдшерско-акушерские пункты. На основании этих показателей был определен интервал дифференциации: $I_1=0,55$; $I_2=0,69$, который показывает, что система здравоохранения сельских территорий Омской области на сегодняшний день функционирует достаточно устойчиво. Большинство районов области относятся к равномерно развивающимся [6].

При этом по сравнению с 2005 годом наблюдается сокращение всех видов больничных учреждений, так, например, на селе фельдшерско-акушерские пункты, амбулатории и участковые больницы сокращаются из-за снижения численности населения, длительной не укомплектованности медицинскими кадрами и невозможностью выполнять стандарты медпомощи. Обеспеченность сельского населения врачами составляет 20,4 на 10 тыс. человек, она незначительно выросла по сравнению с 2005 годом. Обеспеченность средним медицинским персоналом достаточно высокая, она составляет 99,5 на 10 тыс. человек. Коэффициент соотношения численности врачебного персонала к среднему персоналу на протяжении последних 5 лет остается неизменным и составляет 1:2,5.

Обеспеченность больничными койками за последние 10 лет сократилась почти в два раза, так в 2005 году она составила 100,7 на 10 тыс. человек, а в 2013 году только 57,4.

Укомплектованность врачебными кадрами в государственных учреждениях здравоохранения Омской области составляет чуть более 60% от штатной численности, средним медицинским персоналом – почти 80%. Таким образом, организация медицинской помощи, структура государственного и муниципального здравоохранения, ее ресурсная база, кадровый потенциал, система финансирования и тарифная политика нуждаются в дальнейшей модернизации.

Для того чтобы оценить состояние и устойчивость развития жилищной сферы необходимо использовать такие показателями как общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, количество введенной общей площади на 1000 человек населения, удельный вес общей площади жилых помещений, оборудованной водопроводом, горячим водоснабжением, отоплением, газом, водоотведением (канализацией).

На основе интегральных показателей уровня развития жилищной сферы получен интервал дифференциации, который равен $I_1=0,47$; $I_2=0,74$.

Расчеты показывают, что до 2014 года жилищная сфера в Омской области развивается достаточно стабильно, благодаря мероприятиям по строительству и реконструкции жилого фонда и улучшения условий жизнедеятельности в нем сельских жителей. Большинство исследованных районов попали в группу равномерно-развивающихся и передовых.

Физическая культура и спорт являются одним из приоритетных направлений государственной социальной политики Омской области, важнейшим средством оздоровления населения, а целью развития культуры и искусства является сохранение культурного наследия Омской области, возрождение традиционных культурных ценностей и развитие культурного и духовного потенциала Омской области [7].

Для оценки уровня функционирования и устойчивости развития объектов культуры и спорта Омской области целесообразно использовать такие показатели как число спортивных сооружений на 10000 человек населения, численность лиц, занимающихся в клубах секциях и группах физкультурно-оздоровительной направленности на 10000 человек населения, учреждения культурно-досугового типа на 10000 человек населения, библиотеки на 10000 человек населения, число пользователей библиотек на 1000 человек населения, музеи на 10000 человек населения. По результатам полученных интегральных показателей уровня развития культуры и спорта сельских территорий, был

определен интервал дифференциации: $I_1=0,50$; $I_2=0,71$. Сфера культуры и спорта сельских территорий Омской области на сегодняшний день функционирует достаточно устойчиво. Большинство районов области относятся к равномерно развивающимся и передовым, и только два района можно отнести к отстающим.

За последние годы в Омской области произошли позитивные изменения в развитии физкультурно-спортивного движения, что обусловлено участием Омской области в реализации Федеральной целевой программы "Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2006 - 2015 годы".

Развитие материальной базы, кадрового потенциала сферы физической культуры и спорта, активная работа со средствами массовой информации по информационной поддержке здорового образа жизни способствовали привлечению населения Омской области к регулярным занятиям физической культурой и спортом. За анализируемый период сократилось количество учреждений культурно-досугового типа, число библиотек, но при этом увеличилось число музеев на 20% и число пользователей библиотек на 1000 человек населения на 9%.

Полученные интегральные показатели уровня развития отдельных сфер социальной инфраструктуры сельских территорий, легли в основу определения общего интервала дифференциации уровня развития социальной инфраструктуры: $I_1=2,18$; $I_2=2,59$.

Зависимость сельскохозяйственного производства от уровня развития сельской социальной инфраструктуры

Проведенный нами факторный анализ взаимосвязи ряда показателей экономического и социального развития сельского хозяйства Омской области за период с 2004 по 2014 г. показывает определенную связь между социальными и производственными процессами, происходящими в аграрной сфере (таблица 1).

Таблица 1 – Определение тесноты связи между факторами экономического и социального развития сельского хозяйства в районах Омской области

Результативный признак	Зависимость	Факторный признак
Среднегодовое производство продукции сельского хозяйства (на одного сельского жителя), руб.	Коэффициент парной корреляции (R) = 0,79 Коэффициент детерминации (R ²) = 0,63 Коэффициент эластичности (Э) = 2,93	Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного сельского жителя, кв.м
	Коэффициент парной корреляции (R) = 0,92 Коэффициент детерминации (R ²) = 0,85 Коэффициент эластичности (Э) = 0,61	Средняя номинальная начисленная заработная плата в сельском хозяйстве, руб.
	Коэффициент парной корреляции (R) = 0,82 Коэффициент детерминации (R ²) = 0,67 Коэффициент эластичности (Э) = 1,8	Площадь сельских жилых помещений, оборудованная водопроводом, %
	Коэффициент парной корреляции (R) = 0,76 Коэффициент детерминации (R ²) = 0,57 Коэффициент эластичности (Э) = 2,49	Площадь сельских жилых помещений, оборудованная отоплением, %
	Коэффициент парной корреляции (R) = -0,89 Коэффициент детерминации (R ²) = 0,80 Коэффициент эластичности (Э) = -1,5	Обеспеченность больничными койками на 10000 человек населения, шт.

Результаты факторного анализ показывают достаточно тесную связь между уровнем благоустройства жилищного фонда, уровнем доходов населения и развитием сельскохозяйственного производства. В качестве результативного признака принято среднегодовое производство продукции сельского хозяйства (на одного сельского жителя) в рублях [8].

Между результативным признаком и факторным «Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного сельского жителя, кв.м» связь сильная, значение коэффициента парной корреляции равно 0,79, коэффициента детерминации 0,63. Коэффициент эластичности показывает, что результативный признак увеличится в среднем на 2,93% при изменении факторного признака на 1%. Значение коэффициента парной корреляции по факторному признаку «Средняя номинальная начисленная заработная плата в сельском хозяйстве, руб.» составило 0,96, коэффициент детерминации 0,92, что свидетельствует о сильной связи с результативным фактором. При увеличении средней заработной платы на 1%, среднегодовое производство продукции сельского хозяйства (на одного сельского жителя) увеличится на 0,61%.

Также тесная связь прослеживается между результативным фактором и площадью сельских жилых помещений, оборудованной водопроводом и отоплением, коэффициент парной корреляции составил соответственно 0,82 и 0,76. А по факторному признаку «Обеспеченность больничными койками на 10000 человек населения, шт.» коэффициент парной корреляции имеет

отрицательное значение, что свидетельствует о возможном нелинейном взаимодействии с результативным фактором, необходима дополнительная проверка взаимосвязи данных факторов. Таким образом, можно сделать вывод, что в Омской области изменение факторов экономического блока отражается на значениях факторов социального блока.

Оценивая зависимость среднегодового производства продукции сельского хозяйства в расчете на одного сельского жителя от показателей, характеризующих систему здравоохранения, по средствам множественной корреляции, был коэффициент детерминации (R² = 0,752) свидетельствующий о том, что между объемом среднегодового производства продукции сельского хозяйства в расчете на 1 сельского жителя и выбранными факторами имеется прямая и тесная связь и 75,2 % изменения результативного показателя зависят от этих факторов.

По такому же алгоритму оценим зависимость среднегодового производства продукции сельского хозяйства в расчете на одного сельского жителя от показателей, характеризующих систему образования. Полученный коэффициент детерминации (R² = 0,764) свидетельствует о том, что между объемом среднегодового производства продукции сельского хозяйства в расчете на 1 сельского жителя и выбранными факторами, характеризующими систему образования Омской области, имеется прямая и тесная связь и 76,4 % изменения результативного показателя зависят от этих факторов.

Результаты множественной корреляции показали зависимость среднегодового

производства продукции сельского хозяйства в расчете на одного сельского жителя от показателей, характеризующих систему образования и здравоохранения:

- увеличение численность детей, охваченных услугами дошкольного воспитания и увеличение мощности врачебных амбулаторно-поликлинических организаций на 10000 человек населения на единицу собственного измерения, приведет к увеличению среднегодового производства продукции сельского хозяйства в расчете на одного сельского жителя на 3275 руб. и 2078 руб. соответственно.

На основании проведенных расчетов в таблице 2 приведены результаты типологии районов Омской области по уровню развития социальной инфраструктуры и аграрного производства сельских территорий.

Таким образом, по результатам проведенной оценки к передовым районам по уровню развития сельской социальной

инфраструктуры относится только Омский район. В этом районе производство продукции сельского хозяйства в расчете на одного жителя составляет 120101,8 руб., что в среднем выше, чем в группе отстающих и равномерно развивающихся районах на 22% и 8% соответственно.

Одиннадцать районов - Одесский, Оконешниковский, Кормиловский, Марьяновский, Колосовский, Крутинский, Муромцевский, Саргатский, Тюкалинский, Большеуковский, Усть-Ишимский - имеют очень низкий уровень развития сельской социальной инфраструктуры и являются отстающими. Здесь производство продукции сельского хозяйства (на 1 сельского жителя) составляет в среднем 98584,4 руб.

Остальные районы относятся к равномерно развивающимся, соответственно сельская социальная инфраструктура здесь функционирует стабильно.

Таблица 2 – Группировка районов Омской области по уровню развития социальной инфраструктуры сельских территорий и аграрного производства

Группы муниципальных районов	Уровень развития социальной инфраструктуры, интервал дифференциации	Производство продукции сельского хозяйства (на 1 сельского жителя), руб.		Районы
		в среднем по группе	интервал дифференциации	
Отстающие муниципальные районы	1,95-2,17	98584,4	30574,67-174840,4	Одесский, Оконешниковский, Кормиловский, Марьяновский, Колосовский, Крутинский, Муромцевский, Саргатский, Тюкалинский, Большеуковский, Усть-Ишимский
Равномерно развивающиеся муниципальные районы	2,18-2,59	110811,6	47297,3-177361,5	Нововаршавский, Павлоградский, Полтавский, Русско-Полянский, Таврический, Черлакский, Шербакульский, Азовский, Исилькульский, Калачинский, Любинский, Москаленский, Большереченский, Горьковский, Называевский, Нижнеомский, Знаменский, Седельниковский, Тарский, Тевризский
Передовые муниципальные районы	2,60-2,81	120101,8	120101,8	Омский

Производство сельскохозяйственной продукции в среднем по районам сложилось на уровне 110811,6 руб. на одного сельского жителя.

Заключение

Таким образом, очевидным является наличие прямой количественной взаимосвязи между уровнем развития социальной

инфраструктуры сельских территорий и результатами аграрного производства.

Результаты анализа показали, что объекты социальной инфраструктуры в Омской области размещаются на территории районов во многом не комплексно.

В связи с этим происходит расслоение социального благополучия сельских

территорий и сельчан, в них проживающих. Наиболее развитые и равномерно развивающиеся муниципальные районы – это районы, соседствующие с крупными городами и областным центром – Омском.

Общие тенденции развития экономики и социальной сферы Омской области можно охарактеризовать как устойчиво положительные. Многие социально-экономические показатели заметно выше не только нормативных значений, учтенных в расчетных прогнозах социально-экономического развития Омской области и принятых в Планах действий Правительства Омской области, но и уровня, достигнутого за несколько достаточно успешных для Омской области последних лет. Происходит диверсификация экономики Омской области. Но, несмотря на достаточно устойчивый уровень развития социальной инфраструктуры в области, стоит отметить, что в сельской местности проблемы ее функционирования остаются достаточно острыми. Количество и состояние объектов сельской социальной инфраструктуры с каждым годом ухудшается. Это, несомненно, отражается на качестве жизни людей проживающих в сельской местности. Кроме того, с каждым годом все явнее становится различие между городом и селом.

Стратегической целью социально-экономического развития Омской области является формирование эффективной экономической базы, обеспечивающей устойчивое развитие Омской области, последовательное повышение качества жизни населения Омской области.

Библиографический список

1. Большакова, Ю. А. Обеспечение устойчивого развития социальной инфраструктуры сельских территорий [Электронный ресурс]: дис ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Большакова Юлия Александровна. - Княгинино, 2014.- Режим доступа: http://sovet.ngiei.ru/wp-content/uploads/2014/03/Dissertatsia_Bolshakovoy_Yu_A.pdf#3 (дата обращения: 10.04.2016).
2. Стукач, В.Ф. Инфраструктура: рыночные институты, социальная сфера села, производство: монография / В.Ф. Стукач, Л.В. Гришаева, Е.А. Асташова, В.С. Пецевич [и др.]; под общ. ред. В.Ф. Стукача. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2015. – 276 с.
3. Сюсюра, Д.А. Программно-целевое управление социальным развитием села: монография / Д.А. Сюсюра. – М.: Издательский дом «Финансы и Кредит», 2007. – 160 с.
4. Крячков, И.Т. Оценка влияния уровня производственной и социальной инфраструктуры на производство продукции в сельском хозяйстве /

И.Т. Крячков, Л.А. Афанасьева // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. – 2008. – № 2. – С. 54-57.

5. Стукач, В.Ф. Региональная инфраструктура АПК: учеб. пособие / В.Ф. Стукач. – М.: КолосС, 2012. – 211 с.

6. Евдохина, О.С. Оценка взаимосвязи эффективности аграрного производства, численности и уровня жизни сельского населения Омской области / О.С. Евдохина, А.В. Зинич, Н.П. Романова, Е.А. Дмитренко // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/129-22729> (дата обращения: 10.04.2016).

7. Указ Губернатора Омской области от 24.06.2013 N 93 "О Стратегии социально-экономического развития Омской области до 2025 года" // Информационно-правовой портал ГАРАНТ URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/omsk/482493/#review> (дата обращения: 10.04.2016).

8. Stukach, V. F. Organic agriculture on soils of little use is the resource for internal food aid to the population/ From the Other Shore: London Journals in Economics, Marketing, Finance, Business and Innovation A Collection of Scientific Papers, London, 2015. Pages: 23-29/DOI:10.17809/05 (2015)-03

ASSESSMENT OF INTERRELATION OF AGRARIAN PRODUCTION AND SOCIAL INFRASTRUCTURE OF RURAL TERRITORIES OF THE OMSK REGION

O.S. Evdokhina, E.V. Falaleeva,
E.A. Pogrebtsova, V.V. Lyoushkina

Abstract. The present article is devoted research of problems of development of social infrastructure of rural territories of the Omsk region. The characteristic conditions and the level of development of production and social infrastructure of the village in the region. The main problems that influence the formation and development of social infrastructure of municipal areas of area. Identified and confirmed by the calculations of the relationship between the level of development of agricultural production and social infrastructure of the village.

Keywords: social infrastructure, agricultural production, integrated assessment, factor analysis, economic and social development.

References

1. Bolshakova Yu.A. [Sustainable development of social infrastructure of rural areas dis cand. ehkon. sciences]. 2014. Available at: [//sovet.ngiei.ru/wp-content/uploads/2014/03/Dissertatsia_Bolshakovoy_Yu_A.pdf#3](http://sovet.ngiei.ru/wp-content/uploads/2014/03/Dissertatsia_Bolshakovoy_Yu_A.pdf#3) (accessed 04/10/2016)
2. Stukach V.F., Grishaeva L.V., Astashova E.A., Petsevich V.S. *Infrastruktura: rynochnye instituty, social'naya sfera sela, proizvodstvo: monografiya* [Infrastructure: market institutions, social sphere of the village, the production]. Omsk: Izdatel'stvo FGBOU VPO OmGAU im. P.A. Stolypina, 2015. 276 p.
3. Syusyura D.A. *Programmno-celevoe upravlenie social'nym razvitiem sela* [Programme-oriented

management of social development of the village]. Moscow, Izdatel'skij dom Finansy i Kredit, 2007. 160 p.

4. Kryachkov I.T., Afanasyev L.A. Ocenka vlijanija urovnja proizvodstvennoj i social'noj infrastruktury na proizvodstvo produkcii v sel'skom hozjajstve [Assessment of the level of production and social infrastructure for production in agriculture]. *economical s.-h. i pererabatyvajushhih predpriyatij*, 2008, no 2. pp. 54-57.

5. Stukach V.F. *Regional'naya infrastruktura APK: ucheb. posobie* [Regional APC Infrastructure: tutorial]. Moscow, KolosS, 2012. 211 p.

6. Evdokhina, O.S., Zinich, A.V., Romanova, N.P., Dimitrenko, E.A. [Assessment of the relationship of efficiency of agricultural production, population and living standards of the rural population of the Omsk region]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2015, no 2; Available at: <http://www.science-education.ru/129-22729> (accessed 10.04.2016).

7. Decree of the Governor of the Omsk region from 24.06.2013 N 93 "On the Strategy of socio-economic development of the Omsk region in 2025" // Information-Legal Portal Garant Available at: <http://www.garant.ru/hotlaw/omsk/482493/#review> (accessed 04.10.2016).

8. Stukach V.F. Organic agriculture on soils of little use is the resource for internal food aid to the population / From the Other Shore: London Journals in Economics, Marketing, Finance, Business and Innovation A Collection of Scientific Papers, London, 2015. Pages: 23-29 / DOI: 10.17809 / 05 (2015) -03

Евдохина Ольга Семёновна (Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и финансов ФГБОУ ВО Омский ГАУ (644008, г. Омск, ул. Физкультурная 8 E, e-mail: evdohina@mail.ru).

Фалалеева Евгения Владимировна (Омск, Россия) – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и финансов ФГБОУ ВО

Омский ГАУ (644008, г. Омск, ул. Физкультурная 8 E, e-mail: ev.falaleeva@omgau.org).

Погребцова Елена Александровна (Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и финансов ФГБОУ ВО Омский ГАУ (644008, г. Омск, ул. Физкультурная 8 E, e-mail: lena270181.81@mail.ru).

Лёушкина Виктория Викторовна (Омск, Россия) – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и финансов ФГБОУ ВО Омский ГАУ (644008, г. Омск, ул. Физкультурная 8 E, e-mail: vvl-3@mail.ru).

Olga S. Evdokhina (Omsk, Russian Federation) – candidate of economic sciences, the associate professor of management and marketing of Institute of economy and finance FGBOU IN Omsk State Agrarian University (644008, Omsk, Fizkulturnaya St. 8 E, e-mail: evdohina@mail.ru).

Evgenia V. Falaleeva (Omsk, Russian Federation) – candidate of agricultural sciences, the associate professor of management and marketing of Institute of economy and finance FGBOU IN Omsk State Agrarian University (644008, Omsk, Fizkulturnaya St. 8 E, e-mail: ev.falaleeva@omgau.org).

Elena A. Pogrebtsova (Omsk, Russian Federation) – candidate of economic sciences, the associate professor of management and marketing of Institute of economy and finance FGBOU IN Omsk State Agrarian University (644008, Omsk, Fizkulturnaya St. 8 E, e-mail: lena270181.81@mail.ru).

Victoria V. Lyoushkina (Omsk, Russian Federation) – candidate of agricultural sciences, the associate professor of management and marketing of Institute of economy and finance FGBOU IN Omsk State Agrarian University (644008, Omsk, Fizkulturnaya St. 8 E, e-mail: vvl-3@mail.ru).

УДК 330.46

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ СФЕРЫ УСЛУГ В РОССИИ

О.М. Куликова

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы развития сферы услуг в России, проанализированы сложившиеся тенденции и структурные изменения в данной сфере. Показано, что в сфере оказания платных услуг в стране отмечается замедление роста объемов оказанных услуг потребителям, в сфере социальных услуг наоборот усиливается положительная динамика; при этом в данной сфере снижается производительность труда, отмечаются негативные тенденции в изменении экономической ситуации; это требует повышения эффективности процессного управления учреждениями сферы услуг. Обосновано, что важнейшим направлением повышения эффективности деятельности учреждений данной сферы

является внедрение в практику процессного управления современных подходов, предполагающих использование математических методов, сценарирования и теории опционов.

Ключевые слова: сфера услуг, процессное управление, математические методы, сценарирование, теория опционов.

Введение

В настоящее время отмечается рост влияния сферы услуг на экономику и уровень жизни населения. Это обусловлено инновационным развитием производства, повышением роли информации в производстве различных видов продукции. Происходит увеличение доли непромышленной сферы на современном рынке и рост объемов оказываемых услуг, увеличивается количество занятых в данной сфере.

Анализ данных о развитии сферы услуг в мире [1], позволяет сделать вывод, что в экономически развитых странах удельный вес занятых в данной сфере составляет более 70 % экономически активного населения. Этот показатель имеет тенденцию к росту. Увеличиваются объемы услуг, оказываемых различными типами учреждений [2,3]. Следовательно, возрастает связь сферы услуг с производственной сферой, эффективность деятельности последней по многим параметрам определяется эффективностью деятельности учреждений сферы услуг, которые задают тренды на современном рынке и являются источниками создания новых потребностей и нового спроса на новшества и инновации, инструментом создания новых рынков и расширения существующих.

В Российской Федерации в современный период вследствие с мировыми тенденциями также увеличивается объем оказываемых услуг [4], что является одним из индикаторов повышения потенциала развития отечественной экономики и уровня благополучия населения регионов.

Все это создает необходимость глубокого изучения сферы услуг с применением современных методов и технологий, а также

подходов к управлению учреждениями, работающими в данной сфере.

Особенности развития сферы услуг в Российской Федерации

В отличие от экономически развитых стран в Российской Федерации в недостаточной степени развивается сфера услуг, это обусловлено в первую очередь экономическими кризисами, которые тормозят развитие нашей страны в первые десятилетия XXI века.

В настоящее время в Российской Федерации работает около 34 % экономически активного населения. На первом месте в структуре исследуемой области находятся образование (более 11 % занятого населения), на втором – здравоохранение (более 7 % населения), на третьем – управление финансами (5,5 %). Последние места занимает наука, в ней работает около 2 % экономически активного населения [4].

На рисунке 1 приведена диаграмма, показывающая объем оказанных платных услуг в Российской Федерации в год, построенная по данным Росстата за период 2012-2014 гг. [5].

В сфере оказываемых платных услуг в РФ отмечается замедление роста значений данного показателя: темп прироста в 2013 году по сравнению с 2012 составил 5,74 %, в 2014 по сравнению с 2013 – 0,47 %.

В сфере оказания социальных услуг наоборот отмечается тенденция ускоренного роста (рис. 2) [5]: в 2013 году по сравнению с 2012 г. темп прироста составил 1,74 %, в 2014 году по сравнению с 2013 – 29,82 %.

Но в тоже время не смотря на рост объемов оказываемых услуг в РФ отмечается снижение производительности труда в данной сфере.

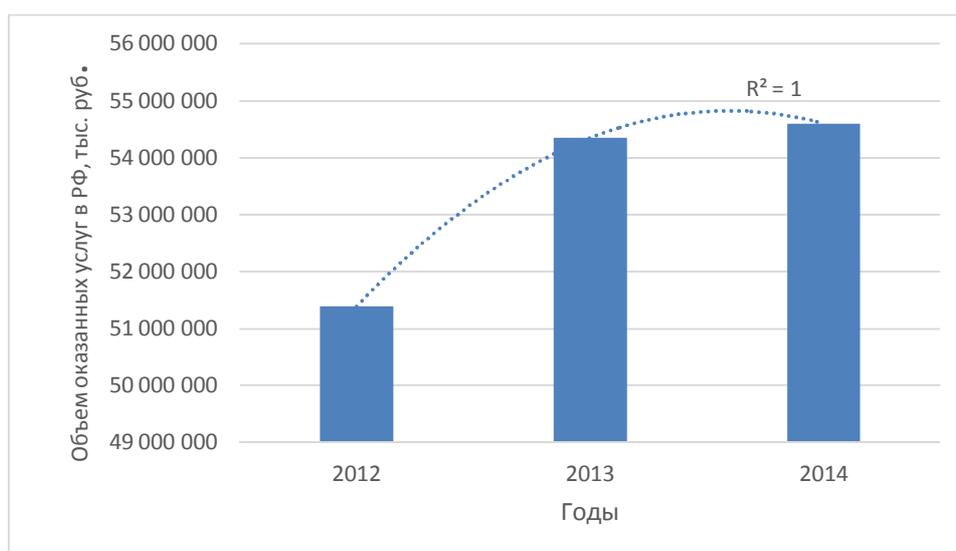


Рис. 1. Объем платных услуг за год в РФ в 2012-2014 гг.

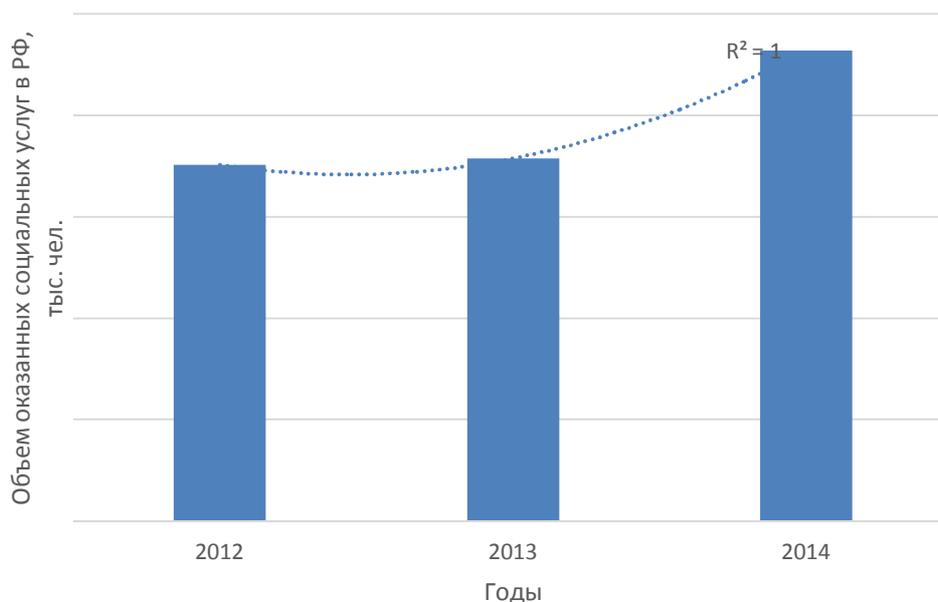


Рис. 2. Количество человек за год в РФ, которым оказаны социальные услуги в 2012-2014 гг.

На рисунке 3 приведены значения индексов производительности труда в экономике Российской Федерации, в % к предыдущему году по разделам G, H, I, K, связанным с оказанием услуг [6]. 2014 год – наиболее неблагоприятный для отечественной сферы услуг по производительности труда (рис. 3).

В таблице 1 приведены результаты ежеквартального обследования деловой активности в сфере услуг по показателям

«Индекс предпринимательской уверенности», «Экономическая ситуация», «Спрос на услуги организаций» [7]. Анализ таблицы 1 позволяет сделать вывод, что тенденции последних лет в сфере услуг оцениваются респондентами как негативные, что отрицательно сказывается на сфере услуг, в частности платных и способствует снижению производительности труда в исследуемой сфере.



Рис. 3. Значения индексов производительности труда в экономике Российской Федерации, в % к предыдущему году по разделам G, H, I, K

Таблица 1 – Результаты ежеквартального обследования деловой активности в сфере услуг по показателям «Индекс предпринимательской уверенности», «Экономическая ситуация», «Спрос на услуги организаций» за период 2012-2014 гг.

Показатель*	Год	Квартал			
		I	II	III	IV
Экономическая ситуация	2012	-	8	12	8
	2013	-6	9	8	2
	2014	-7	5	3	-2
	2015	-21	-3	-2	-10
Индекс предпринимательской уверенности	2012	-	10	10	5
	2013	0	9	6	-2
	2014	-2	6	2	-4
	2015	-12	-1	-3	-11
Спрос на услуги организаций	2012	-	2	4	2
	2013	-17	2	0	-6
	2014	-18	0	-2	-7
	2015	-26	-7	-8	-14

* - Определяется как баланс оценок изменения значения показателя, определяемый как разность долей респондентов, отметивших «увеличение» и «уменьшение» показателя по сравнению с предыдущим кварталом (в процентах).

Усиление негативных тенденций в современной отечественной экономике, уменьшение спроса на услуги, снижение индекса предпринимательской активности и снижение производительности труда в сфере оказания услуг, ведет к повышению уровня нестабильности внешней среды учреждений, оказывающих различные услуги. Этому же способствует и снижение темпа прироста объемов оказываемых платных услуг. Это требует особого подхода к управлению учреждениями, работающими в данной сфере.

Процессное управление в сфере услуг и направления его совершенствования.

Как показывает анализ литературы и практического опыта деятельности учреждений в сфере оказания услуг [8,9,10], в управлении ими в большинстве случаев реализуется процессное управление, выделяющее в деятельности таких учреждений конечное множество взаимосвязанных между собой процессов. Данные процессы делятся на две группы: основные – направленные на оказание услуги, и вспомогательные – обеспечивающие реализацию основных

процессов. Управление данными процессами строится на цикле Э. Деминга [11,12]. Основными индикаторами оценки результативности оказания услуги является не только получение прибыли (для

коммерческих организаций), но и удовлетворенность потребителя полученной услугой. Схема управления процессами в сфере услуг приведена на рисунке 4 [11,12].



Рис. 4. Схема управления процессами в сфере услуг

Традиционное процессное управление не способно в достаточной степени решать задачи адаптации учреждений сферы услуг к меняющимся, в том числе негативным тенденциям их внешней среды [13,14]. Это обусловлено высокой неопределенностью внешней среды учреждений сферы услуг и высокой скоростью возникновения в ней изменений, что затрудняет реагирование на них системы управления данных учреждений и разработку эффективных управленческих решений.

Это требует внедрения инновационных технологий, способных с достаточной точностью прогнозировать тенденции изменения внешней среды и учитывать варианты ее изменения.

Одним современных подходов к управлению сложными динамическими системами в условиях неопределенности, позволяющими решать задачи адаптивного управления является сочетание математических методов, сценарного подхода и теории опционов [13,14].

Внедрение математических методов в сочетании с сценарным подходом в практику процессного управления в учреждениях

сферы услуг позволят с высокой точностью прогнозировать варианты развития внешней и внутренней среды процессов учреждения сферы услуг с учетом горизонта прогнозирования, и предопределять точки бифуркаций и смены их состояний, когда требуются изменения в стратегии и тактике таких учреждений [13, 14].

Теория опционов, появившаяся в финансовом менеджменте как инструмент снижения неопределенности, планирования и реализации возможностей [13,14], и получившая развитие в современном менеджменте, позволяет увеличить гибкость управления путем разработки конечного множества реальных опционов – возможностей действия [13,14,15,16], которые помогут быстро и эффективно реагировать на изменения внешней среды предприятия.

Внедрение теории опционов в процессное управление учреждений сферы услуг, позволит оперативно решать задачи внесения изменений в процессы с учетом сложившейся благоприятной или неблагоприятной обстановки путем реализации одного или нескольких разработанных опционов [13,14].

Заключение

Как свидетельствует приведенный анализ, развитие сферы услуг в нашей стране характеризуется противоречивыми тенденциями. Важным направлением изменения сложившейся ситуации к лучшему и повышение эффективности деятельности организации сферы услуг является совершенствование процессного управления. Применение математических методов, сценарного подхода и теории опционов позволит более эффективно решать задачи адаптивного процессного управления учреждениями сферы услуг, а также повысить качество оказываемых услуг и уровень удовлетворенности ими потребителей.

Библиографический список

1. Трудовые ресурсы и их использование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geographyofrussia.com/trudovye-resursy-i-ix-ispolzovanie> (дата обращения: 17.02.16)
2. Непроизводственная сфера в современном социокультурном и экономическом пространстве / Под ред. Г.В. Козловой. – Тамбов: ТГУ им. Г.Р. Державина, 2010. – 520 с.
3. Хаирова, С.М. Логистический сервис / С.М. Хаирова. – Омск: Омский гос. ин-т сервиса, 2003. – 176 с.
4. Отраслевая и территориальная структура хозяйства России, ее изменения в последние десятилетия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geographyofrussia.com/otraslevaya-i-territorialnaya-struktura-hozyajstva-rossii-eyo-izmeneniya-v-poslednie-desyatiletija/>.
5. ЕМИСС. Государственная статистика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 17.02.16).
6. Федеральная служба государственной статистики. Национальные счета [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/accounts/# (дата обращения: 17.02.16).
7. Федеральная служба государственной статистики. Опережающие индикаторы по видам экономической деятельности [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/accounts/# (дата обращения: 17.02.16).
8. Мачерет, Д.А. Процессное управление при реализации услуг на рынке грузовых перевозок / Д.А. Мачерет, А.В. Рышков, В.Е. Воронцова // Экономика железных дорог. – 2007. – № 11. – С. 25.
9. Вагнер Ю.Б. Совершенствование системы управления вузом на основании процессного подхода и автоматизации управления бизнес-процессами: автореф. дис... канд. экон. наук: 08.00.05 / Ю.Б. Вагнер; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ). – Москва, 2011. – 22 с.

10. Буяльский И.П. Совершенствование организационных форм и методов управления компаниями сферы услуг на основе бизнес-процессного подхода: автореф. дис... канд. экон. наук: 08.00.05 / И.П. Буяльский; Майкопский государственный технологический университет. – Майкоп, 2009. – 21 с.

11. Учитель Ю.Г. Разработка управленческих решений: Учебник / Ю.Г. Учитель, А.И. Терновой, К.И. Терновой. – М.: Юнити-Дана, 2011. – 383 с.

12. Елиферов, В.Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление: Учебник / В.Г. Елиферов, В.В. Репин. – М.: ИНФРА, 2009. – 319 с.

13. Куликова О.М. Процессный менеджмент: синтез управленческих решений с применением методов эконометрики и теории опционов / О.М. Куликова // Математические структуры и моделирование. – 2014. - № 3 (31). – С.109-120.

14. Куликова, О.М. Сценарное стратегическое планирование: математическая постановка задачи и алгоритм построения / О.М. Куликова // Математические структуры и моделирование. – 2014. - № 4 (32). – С.73-76.

15. Бухвалов, А.В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему / А.В. Бухвалов // Российский журнал менеджмента. – 2004. – Т. 2. – № 1. – С. 3-32.

16. Бухвалов, А.В. Реальные опционы в менеджменте: классификация и приложения / А.В. Бухвалов // Российский журнал менеджмента. – 2004. – Т. 2. – № 2. – С. 27-56.

IMPROVEMENT DIRECTIONS PROCESS MANAGERMENTS IN THE SERVICES SECTOR OF THE RUSSIAN FEDERATION

O.M. Kulikova

Abstract. In the article the analysis of service sector in the Russian Federation, the directions of the improvement of process management in this area. In the sphere of rendering of paid services in Russia marked slowdown in growth of volume of services provided to consumers, in the field of social services on the contrary are reinforced by the positive dynamics. In this area reduces productivity, there are negative trends in the economic situation, which reduces the efficiency of process management agencies of sphere of services. The main directions of increase of efficiency of activity of establishments of the service sector is the implementation of process management mathematical methods, scenarioname and theory of options trading.

Keywords: services, process control, mathematical methods, scenarioname, options theory.

References

1. *Trudovye resursy i ih ispol'zovanie* [Labour resources and their use]. Mode of access: <http://geographyofrussia.com/trudovye-resursy-i-ix-ispolzovanie> (accessed 17.02.16).
2. Kozlova G. V. *Neproizvodstvennaya sfera v sovremennom sociokul'turnom i jekonomicheskom prostranstve* [The non-productive sphere in the

contemporary socio-cultural and economic space]. Tambov, TGU im. G.R. Derzhavina, 2010. 520 p.

3. Hairnova S. M. *Logisticheskij servis* [Logistics service]. Omsk, OGIS, 2003. 176 p.

4. *Otraslevaya i territorial'naya struktura hozjajstva Rossii, ee izmeneniya v poslednie desjatiletija* [Sectoral and territorial structure of the Russian economy, its changes in recent decades]. Available at: <http://geographyofrussia.com/otraslevaya-i-territorialnaya-struktura-xozyajstva-rossii-eyo-izmeneniya-v-poslednie-desyatiletija/> (accessed 17.02.16).

5. *Edinaja mezhvedomstvennaja informacionno-statisticheskaja sistema* [Unified interdepartmental information and statistical system]. Available at: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do> (accessed 17.02.16).

6. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Nacional'nye scheta* [Federal state statistics service. National accounts]. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/accounts/# (accessed 17.02.16).

7. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Operezhajushhie indikatory po vidam jekonomicheskoy dejatel'nosti* [Federal state statistics service. Leading indicators by type of economic activity]. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/accounts/# (accessed 17.02.16).

8. Macheret D.A., Ryshkov A.V., Voroncova V. E. *Processnoe upravlenie pri realizacii uslug na rynke gruzovyh perevozok* [Process management during the implementation of the services on the freight market]. *Jekonomika zheleznyh dorog*, 2007, no 11, pp. 25.

9. Vagner Ju. B. *Sovershenstvovanie sistemy upravlenija vuzom na osnovanii processnogo podhoda i avtomatizacii upravlenija biznes-processami: avtoref. dis kand. jekon. nauk* [Improving the system of University management based on process approach and automate the management of business processes]. Moskva, MGU, 2011. 22 p.

10. Bujal'skij I.P. *Sovershenstvovanie organizacionnyh form i metodov upravlenija kompanijami sfery uslug na osnove biznes-processnogo podhoda: avtoref. dis kand. jekon. nauk: 08.00.05* [Improvement of organizational forms and management practices by firms in the services sector

based on a business process approach]. Majkop, Majkopskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet, 2009. 21 p.

11. Uchitel' Ju. G., Ternovoj A. I., Ternovoj K.I. *Razrabotka upravlencheskih reshenij: uchebnik* [Development of managerial decisions: Textbook]. Moskva, Juniti-Dana, 2011. 383 p.

12. Eliferov V. G., Repin V. V. *Biznes-processy: Reglamentacija i upravlenie: uchebnik* [Business processes: Regulation and management: a Textbook]. Moskva, INFRA, 2009. 319 p.

13. Kulikova O. M. *Processnyj menedzhment: razrabotka upravlencheskih reshenij s primeneniem metodov jekonometrii i teorii opcionov* [Process management: development of management decisions using the methods of econometrics and the theory of options]. *Matematicheskie struktury i modelirovanie*, 2014, no 3(31), pp. 109-120.

14. Kulikova O.M. *Stsenarnoye strategicheskoye planirovaniye: matematicheskaya postanovka zadachi i algoritm* [Scenario-based strategic planning: mathematical formulation of the problem and algorithm]. *Matematicheskie struktury i modelirovanie*. 2014. no 4(32), pp. 74-78.

15. Buhvalov A.V. *Real'nye opciony v menedzhmente: vvedenie v problem* [Real options in management: introduction to the problem]. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta*, 2004. vol. 2. no 1. pp. 3-32.

16. Buhvalov A.V. *Real'nye opciony v menedzhmente: klassifikacija i prilozhenija* [Real options in management: classification and applications]. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta*, 2004. vol. 2. no 2. pp. 27-56.

Куликова Оксана Михайловна (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Управление качеством и производственными системами» ФГБОУ ВО СибАДИ (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: aaaaa11@rambler.ru).

Oksana M. Kulikova (Russian Federation, Omsk) – candidate technical sciences "Quality Management and production systems" Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira prospect, 5, e-mail: aaaaa11@rambler.ru).

УДК 338.27

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИКАТОРОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

К.К. Логинов, А.Ю. Лагздин

ФГБУН Омский научный центр СО РАН, Россия, г. Омск.

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы прогнозирования индикаторов экономической безопасности региона с использованием статистических пакетов. Показано, что применение классической модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего Бокса-Дженкинса и ее частных случаев

дает приемлемую точность применительно к большинству социально-экономических индикаторов Омской области. Полученные модели могут быть использованы органами региональной власти при составлении прогнозов социально-экономического развития региона.

Ключевые слова: экономическая безопасность, регион, индикаторы экономической безопасности, прогнозирование индикаторов, SPSS Statistics.

Введение

В связи с последними изменениями в международной обстановке в настоящее время особенно актуальной задачей становится обеспечение экономической безопасности как на федеральном, так и на региональном уровне. В новых условиях необходима организация эффективного мониторинга региональной экономической безопасности, включающего в себя оценку состояния системы экономической безопасности, а также составление прогнозов социально-экономического развития региона для своевременного выявления угроз. Состояние экономической безопасности принято оценивать с помощью системы показателей (индикаторов), отражающих основные сильные и наиболее слабые стороны развития экономики в различных сферах (реальная экономика, социальное развитие, промышленность и сельское хозяйство, денежно-финансовая сфера и др.). Согласно [1] индикаторы экономической безопасности должны обладать свойством количественного отражения угроз экономической безопасности, высокой чувствительностью к изменениям, а также достаточно сильно взаимодействовать между собой. Кроме того, для всех индикаторов определяются пороговые значения – предельные величины, игнорирование которых препятствует нормальному развитию экономики и социальной сферы и приводит к формированию разрушительных тенденций в области производства и уровня жизни населения. Вопросы формирования системы индикаторов экономической безопасности и их пороговых значений на федеральном уровне подробно освещены, например, в работах [2–4], на региональном уровне – в работах [5–7]. В данной статье рассматривается проблема прогнозирования социально-экономического развития региона, второй важнейшей составляющей мониторинга региональной экономической безопасности. Объектом исследования выступают временные ряды социально-экономических индикаторов Омской области [8], полученные на основе официальных данных Федеральной службы

государственной статистики [9]. Подробно описана методика выбора моделей этих рядов с использованием статистических пакетов STATISTICA (производитель StatSoft) и IBM SPSS Statistics (производитель IBM). В результате исследования получено, что модели авторегрессии и интегрированного скользящего среднего достаточно адекватно описывают динамику большинства индикаторов экономической безопасности Омской области и могут быть использованы при составлении прогнозов социально-экономического развития региона.

Методы прогнозирования индикаторов экономической безопасности региона

Задача прогнозирования временных рядов заключается в том, чтобы по значениям наблюдений, собранных к определенному моменту времени, определить значения в следующие моменты. Обычно наблюдения проводятся через равные промежутки времени: месяц, квартал, год. Существует несколько сотен методов прогнозирования, к которым относятся, например, методы экспертных оценок, простейшие методы экстраполяции данных, корреляционно-регрессионный анализ. Однако большинство нестационарных временных рядов в экономике описываются вероятностной моделью авторегрессии и интегрированного скользящего среднего АРПСС (в зарубежной литературе употребляется обозначение ARIMA), разработанной и исследованной Боксом и Дженкинсом [10]. Обозначим через $\{x_t\}$ исходный временной ряд, введем оператор сдвига B , $Bx_t = x_{t-1}$, и оператор разности $\nabla = 1 - B$, $\nabla x_t = x_t - x_{t-1}$. Обозначим d -ю разность ряда $\{x_t\}$ через $w_t = \nabla^d x_t$. Тогда модель Бокса-Дженкинса без учета сезонности может быть представлена следующим уравнением:

$$w_t = a_1 w_{t-1} + a_2 w_{t-2} + \dots + a_p w_{t-p} + \varepsilon_t - m_1 \varepsilon_{t-1} - m_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - m_q \varepsilon_{t-q}, \quad (1)$$

где p – порядок авторегрессии, q – порядок скользящего среднего, $\{\varepsilon_t\}$ – белый шум; $a_i = const$ – параметры модели авторегрессии, $i = 1, \dots, p$; $m_j = const$ – параметры модели скользящего среднего,

$j = 1, \dots, q$; параметр d называют порядком разности модели. Модель, описываемую выражением (1), называют моделью авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего с параметрами p, d, q и обозначают АРПСС(p, d, q) или ARIMA(p, d, q).

Различают следующие этапы определения модели АРПСС для конкретного временного ряда: идентификация модели, описывающей наблюдаемый временной ряд; оценка параметров выбранной модели; исследование адекватности модели; прогнозирование.

Идентификация модели заключается в определении параметров p, d, q по траектории ряда. Сначала производится идентификация порядка разности модели d , а затем идентификация стационарного процесса или порядка смешанной модели авторегрессии и скользящего среднего АРСС(p, q) (зарубежный аналог – ARMA(p, q)). Следует отметить, что идентификация является достаточно грубой процедурой и зачастую для данного ряда может быть получено несколько приемлемых моделей, которые в дальнейшем подвергаются более детальному исследованию. Основным критерием идентификации является поведение автокорреляционной функции ряда, описывающей корреляционную зависимость между последовательными уровнями ряда, и частной автокорреляционной функции ряда, определяющей корреляцию между двумя членами ряда, исключая влияние всех остальных членов. Аналитический вид этих функций на практике неизвестен, поэтому подвергаются анализу выборочные автокорреляционные и частные автокорреляционные функции, оцененные по наблюдениям. Таким образом, определение числа параметров модели авторегрессии p и числа параметров модели скользящего среднего q сводится к изучению графиков этих функций, построенных в специализированных статистических пакетах, например, пакете STATISTICA или IBM SPSS Statistics. После этого производится оценка параметров a_i, m_j методом максимального правдоподобия [11].

Рассмотрим идентификацию порядка разности d . Вначале строится график исходных наблюдений ряда, по которому определяется, является ли ряд стационарным, т.е. имеющим некоторое фиксированное среднее. Нестационарность ряда можно определить визуально, например, если ряд имеет ярко выраженный

тренд. Если нет особенностей ряда, указывающих на его нестационарность, то переходим к изучению графика выборочной автокорреляционной функции. Если автокорреляционная функция имеет тенденцию к затуханию, то исходный ряд является стационарным и $d=0$. В противном случае рассматривается разность первого порядка наблюдаемого ряда и к преобразованному ряду вновь применяется критерий стационарности. Если автокорреляционная функция преобразованного ряда убывает, то ряд первых разностей является стационарным и $d=1$. В противном случае вновь берется разность первого порядка преобразованного ряда и изучается график выборочной автокорреляционной функции нового ряда и т.д. В практических приложениях обычно порядок разности $d=0, 1, 2$. Следует обратить внимание на то, что критерий стационарности носит нестрогий характер, так как в нем используются не теоретические автокорреляционные функции, а их оценки. При этом изучаются лишь графики функций, что допускает довольно широкое толкование и, возможно, найдется несколько приемлемых значений d .

После определения параметра d необходимо идентифицировать модель АРСС(p, q). Имеются следующие закономерности, связывающие параметры p, q смешанной модели: если частная автокорреляционная функция обрывается на лаге p и автокорреляционная функция плавно затухает, то наблюдается процесс авторегрессии порядка p ; если автокорреляционная функция обрывается на лаге q и частная автокорреляционная функция плавно затухает, то наблюдается процесс скользящего среднего порядка q ; если автокорреляционная функция представима в виде суммы экспонент и затухающих синусоид, то наблюдается смешанный процесс авторегрессии и скользящего среднего АРСС(p, q).

На практике используются модели авторегрессии с одним ($p=1, q=0$) и двумя параметрами ($p=2, q=0$); модели скользящего среднего с одним ($p=0, q=1$) и двумя параметрами ($p=0, q=2$); а также модели авторегрессии и скользящего среднего с одним параметром ($p=q=1$). Приведем известные практические критерии для определения принадлежности модели к одному из этих классов [10, 12]: модель АРСС(1,0): автокорреляционная функция

экспоненциально затухает; частная автокорреляционная функция имеет выброс на лаге 1 (нет корреляций для других лагов); модель АРСС(2,0): автокорреляционная функция имеет вид затухающей синусоидальной волны или экспоненциально затухает; частная автокорреляционная функция имеет выбросы на лагах 1, 2 (нет корреляций для других лагов); модель АРСС(0,1): автокорреляционная функция имеет выброс на лаге 1 (нет корреляций для других лагов); частная автокорреляционная функция экспоненциально затухает – либо монотонно, либо осциллируя; модель АРСС(0,2): автокорреляционная функция имеет выбросы на лагах 1, 2 (нет корреляций для других лагов); частная автокорреляционная функция имеет форму синусоидальной волны либо экспоненциально затухает; модель АРСС(1,1): автокорреляционная функция экспоненциально (монотонно или колебательно) затухает, начиная с лага 1; частная автокорреляционная функция экспоненциально (монотонно или осциллируя) затухает, начиная с лага 1.

Среди моделей скользящего среднего следует выделить модели Хольта и Брауна [13], относящиеся к классу моделей АРПСС(0,2,2), которые широко используются для прогнозирования временных рядов с ярко выраженным линейным трендом.

После идентификации модели АРПСС(p, d, q) и оценки ее параметров необходимо исследовать адекватность полученной модели. Для этого исследуются остатки, представляющие собой разность между наблюдаемыми значениями ряда и значениями, предсказанными при помощи модели. По графику автокорреляционной функции остатков можно определить адекватность модели. В правильно подобранной модели поведение остатков будет похоже на белый шум, т.е. между ними не будет сильных корреляций, а также в них не будет периодических колебаний и систематических смещений. Если модель является адекватной, то переходим к построению прогноза будущих значений ряда.

Анализ результатов прогнозирования индикаторов региональной экономической безопасности

Изложенные практические приемы применялись в работе для прогнозирования значений основных социально-экономических индикаторов Омской области

[8] в пакете IBM SPSS Statistics. Обозначим через X_1 валовой региональный продукт на душу населения (тыс. руб.), X_2 – продукция промышленности на душу населения (тыс. руб.), X_3 – продукция сельского хозяйства на душу населения (тыс. руб.), X_4 – доля обрабатывающих производств в объеме отгруженных товаров собственного производства и услуг (%), X_5 – доля иностранных инвестиций в общий объем инвестиций в основной капитал (%), X_6 – годовой темп инфляции (%), X_7 – уровень безработицы (%), X_8 – ожидаемая продолжительность жизни при рождении (лет), X_9 – общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (кв. м.), X_{10} – доля населения с доходами ниже прожиточного минимума во всем населении (%), X_{11} – отношение среднедушевых денежных доходов населения к прожиточному минимуму, X_{12} – коэффициент фондов, X_{13} – число зарегистрированных преступлений на 100 тыс. человек населения.

При построении прогнозных моделей указанных индикаторов использовались данные Федеральной службы государственной статистики по Омской области [9] за 2005-2012гг. Прогнозирование осуществлялось на 2013-2015гг, при этом для верификации моделей использовались фактические значения индикаторов за 2013-2014гг (для ВРП - значения за 2013г). В ходе исследования временных рядов индикаторов с помощью пакета SPSS Statistics было получено, что наиболее адекватной и обеспечивающей приемлемую точность моделью для индикаторов $X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$ является модель Хольта, для показателя X_8 – модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего с параметрами (0,1,0) (ARIMA(0,1,0)), для показателей X_5, X_{13} – модель Брауна.

Продемонстрируем графики некоторых прогнозных моделей социально-экономических индикаторов Омской области. На рисунках 1-4 приведены реальные и модельные значения индикаторов X_1, X_2, X_8, X_{13} соответственно, а также границы 95%-ного доверительного интервала, что при составлении прогноза может интерпретироваться как оптимистичный и пессимистичный сценарии динамики индикатора.

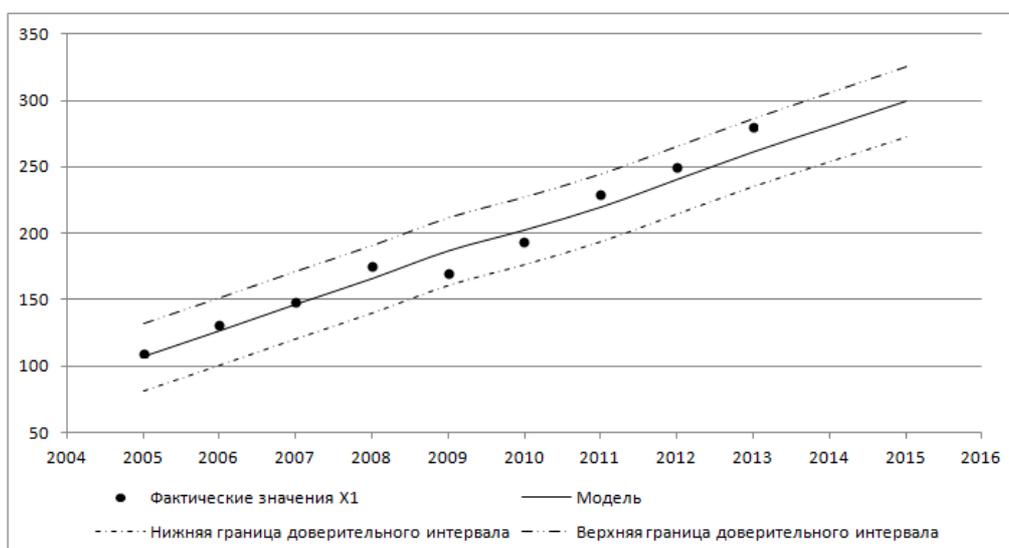


Рис. 1. Валовой региональный продукт Омской области на душу населения, тыс. руб.

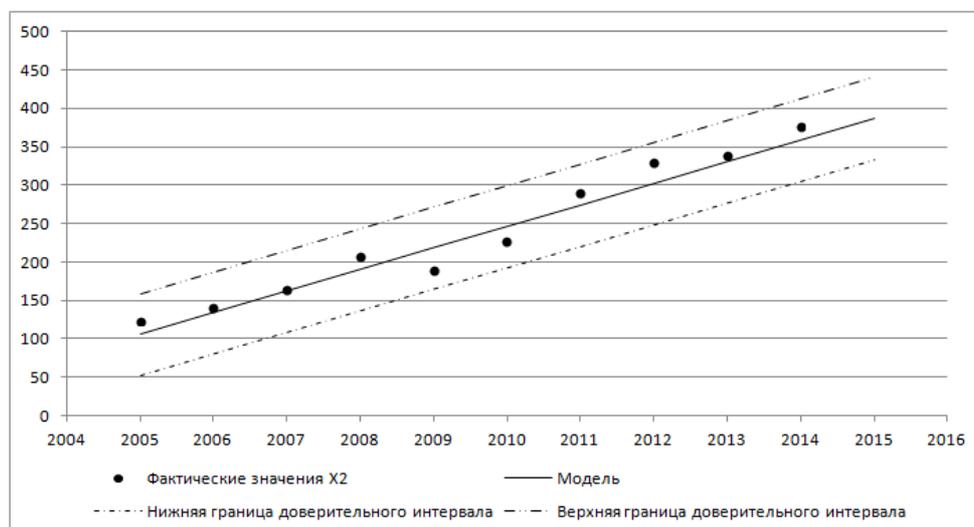


Рис. 2. Продукция промышленности Омской области на душу населения, тыс. руб.

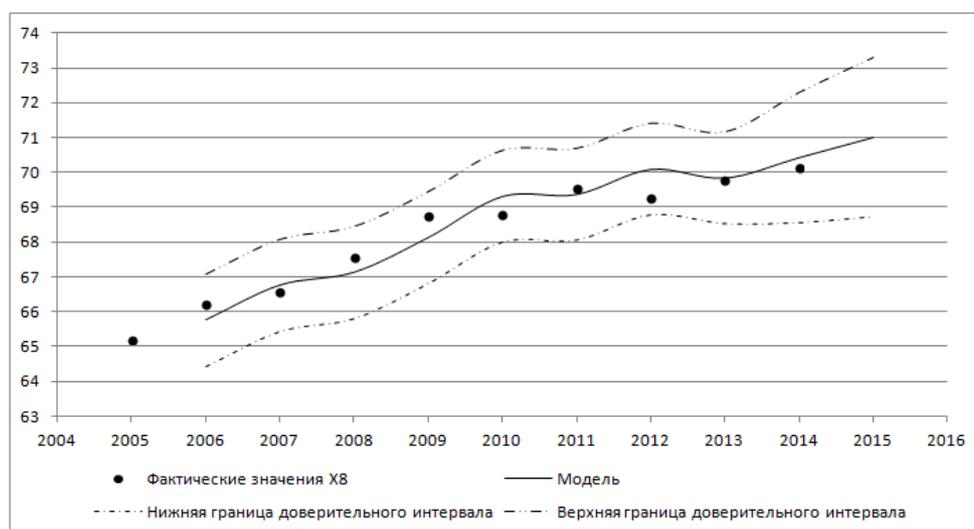


Рис. 3. Ожидаемая продолжительность жизни в Омской области, лет

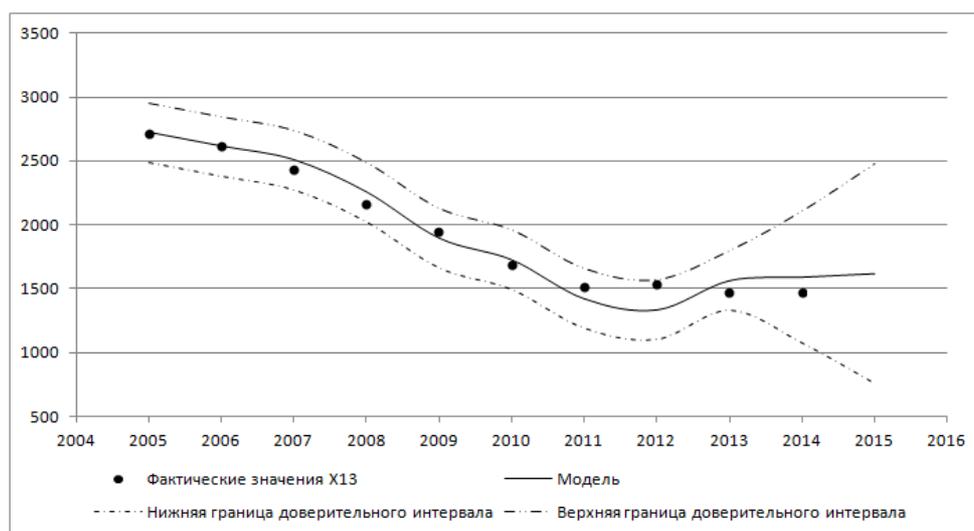


Рис. 4. Число преступлений в Омской области на 100 тыс. человек населения

Рисунки демонстрируют хорошее соответствие фактических данных и данных, предсказанных с помощью моделей. Исследование автокорреляционной функции остатков показывает, что остатки достаточно слабо коррелированы между собой, и, таким образом, построенные прогнозные модели достаточно адекватно описывают исходные временные ряды. Поэтому полученные модели могут использоваться органами региональной власти в качестве аналитической основы при принятии управленческих решений в условиях неопределенности.

Заключение

В работе рассмотрен подход к построению прогнозных моделей с использованием современных прикладных статистических пакетов. В результате исследования получено, что модель АРПСС Бокса-Дженкинса и ее частные случаи достаточно адекватно и с приемлемой точностью описывают большинство важнейших индикаторов экономической безопасности Омской области, что может служить одной из отправных точек при разработке сценариев социально-экономического развития региона. Однако следует отметить, что качество моделей сильно зависит от количества наблюдаемых значений временных рядов, поэтому для прогнозирования некоторых индикаторов требуется более детальное исследование. Кроме того, в модели АРПСС не закладываются изменения, вызванные внешними, в частности, политическими причинами, поэтому они способны давать приемлемые результаты только в период экономической стабильности, когда

воздействие внешних факторов остается неизменным. Помимо анализа и прогнозирования отдельных индикаторов экономической безопасности важной в прикладном аспекте является также комплексная оценка региональной экономической безопасности, для чего обычно строится интегральный индекс, представляющий собой линейную комбинацию нормированных (сопоставимых) показателей с учетом весовых коэффициентов. Дальнейшие исследования могут быть связаны с выбором приемлемого метода расчета весовых коэффициентов с последующим прогнозированием интегрального индекса региональной экономической безопасности.

Библиографический список

1. Экономическая безопасность России: Общий курс: Учебник / Под ред. В.К. Сенчагова. – 2-е изд. – М.: Дело, 2005. – 896 с.
2. Глазьев, С.Ю. Основы обеспечения экономической безопасности страны – альтернативный реформационный курс / С.Ю. Глазьев // Российский экономический журнал. – 1997. – № 1. – С. 3–16.
3. Стратегия экономической безопасности при разработке индикативных планов социально-экономического развития на долго- и среднесрочную перспективу: Монография / Под ред. В.И. Павлова. – М.: Институт экономики РАН, 2009. – 232 с.
4. Сенчагов, В.К. Модернизация финансовой сферы / В.К. Сенчагов // Вопросы экономики. – 2011. – № 3. – С. 53–64.
5. Новикова, И.В. Индикаторы экономической безопасности региона / И.В. Новикова, Н.И. Красников // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 330. – С. 132–138.

6. Сенчагов, В.К. Инновационные преобразования как императив экономической безопасности регионов: система индикаторов / В.К. Сенчагов, Ю.М. Максимов, С.Н. Митяков, О.И. Митякова // *Инновации*. – 2011. – № 5 (151) – С. 56–61.

7. Митяков, С.Н. Экономическая безопасность регионов Приволжского федерального округа / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков, Н.А. Романова // *Экономика региона*. – 2013. – № 3. – С. 81–91.

8. Логинов, К.К. Анализ индикаторов региональной экономической безопасности / К.К. Логинов // *Вестник СибАДИ*. – 2015. – № 2 (42). – С. 132–139.

9. Регионы России: социально-экономические показатели // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 05.03.2016)

10. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление: Монография. – М.: Мир, 1974. – 406 с.

11. Магнус, Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2004. – 576 с.

12. Боровиков, В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: Учеб. пособие / В.П. Боровиков, Г.И. Ивченко. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 384 с.

13. Лукашин, Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

APPLICATION OF THE STATISTICAL PACKAGES IN THE PROBLEM OF FORECASTING OF INDICATORS OF REGIONAL ECONOMIC SECURITY

K. K. Loginov, A. Yu. Lagzdin

Abstract. The forecasting of indicators of regional economic security using the statistical software toolkits is considered in the article. It is shown that the application of the classical model of autoregression and integrated moving average and its special cases gives an acceptable accuracy in relation to most social and economic indicators of the Omsk region. These models can be used by regional authorities to forecast the social-economic development of the region.

Keywords: economic security, region, indicators of economic security, forecasting of indicators, SPSS Statistics.

References

1. Senchagov V.K. *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii* [Economic security of Russia]. Moscow, 2005. 896 p.

2. Glaz'ev S.Y. Osnovy obespecheniya ekonomicheskoi bezopasnosti strany – al'ternativnyi reformatсионnyi kurs [Bases of providing economic security of the country – an alternative reformatионаl course]. *Rossiiskii ekonomicheskii jurnal*, 1997, no 1, pp. 3–16.

3. Pavlov V.I. *Strategiya ekonomicheskoi bezopasnosti pri razrabotke indikativnykh planov sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya na dolgo- i srednesrochnuyu perspektivu* [The strategy of economic security in the development of indicative plans for socio-economic development in the long and medium term]. Moscow, Institute of economics of the RAS, 2009. 232 p.

4. Senchagov V.K. Modernizatsiya finansovoi sfery [Modernization of the financial sector]. *Voprosy ekonomiki*, 2011, no 3, pp. 53–64.

5. Novikova I.V., Krasnikov N.I. Indikatory ekonomicheskoi bezopasnosti regiona [Indicators of economic security of the region]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no 330, pp. 132–138.

6. Senchagov V.K., Maximov Y.M., Mityakov S.N., Mityakova O.I. Innovatsionnye preobrazovaniya kak imperativ ekonomicheskoi bezopasnosti regiona: sistema indikatorov [Innovative transformations as an imperative of economic safety of region: system of indicators]. *Innovatsii*, 2011, no 5 (151), pp. 56–61.

7. Mityakov S.N., Mityakov E.S., Romanova N.A. Ekonomicheskaya bezopasnost' regionov privolzhskogo federal'nogo okruga [The economic security of the Volga Federal District regions]. *Ekonomika regiona*, 2013, no 3, pp. 81–91.

8. Loginov K.K. Analiz indikatorov regional'noi ekonomicheskoi bezopasnosti [Analysis of indicators of regional economic security]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 2 (42), pp. 132–139.

9. Regions of Russia: socio-economic indexes. Federal State Statistics Service of Russian Federation. Available at:

http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156

10. Box G., Jenkins G. *Analiz vremennykh ryadov. Prognoz i upravlenie* [Time Series Analysis, Forecasting and control]. Moscow, 1974. 406 p.

11. Magnus Y.R., Katyshev P.K., Peresetskii A.A. *Ekonometrika. Nachal'nyi kurs* [Econometrics. Initial course]. Moscow, 2004. 576 p.

12. Bоровиков V.P. *Prognozirovaniye v sisteme STATISTICA v srede Windows. Osnovy teorii i intensivnaya praktika na komp'utere* [Forecasting in the STATISTICA system in Windows environment. Basic theory and intensive practice on the computer]. Moscow, 2000. 384 p.

13. Lukashin Y.P. *Adaptivnyye metody kratkosrochnogo prognozirovaniya vremennykh ryadov* [Adaptive methods of short-term time series forecasting]. Moscow, 2003. 416 p.

Логинов Константин Константинович (Омск, Россия) – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник комплексного научно-исследовательского отдела региональных

проблем ФГБУН Омский научный центр СО РАН (644024, г. Омск, проспект Карла Маркса, 15 e-mail: kloginov85@mail.ru)

Лагздин Артем Юрьевич (Омск, Россия) – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник комплексного научно-исследовательского отдела региональных проблем ФГБУН Омский научный центр СО РАН (644024, г. Омск, проспект Карла Маркса, 15, e-mail: art.lagzdin@gmail.com)

Konstantin K. Loginov (Omsk, Russian Federation) – candidate of physical and mathematical

sciences, researcher of the complex scientific and research department of regional problems of the Omsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (644024, Russia, Omsk, Marks avenue, 15, e-mail: kloginov85@mail.ru).

Artem Yu. Lagzdin (Omsk, Russian Federation) – candidate of physical and mathematical sciences, researcher of the complex scientific and research department of regional problems of the Omsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (644024, Russia, Omsk, Marks avenue, 15, e-mail: art.lagzdin@gmail.com).

УДК 331.44

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ЭТИКИ И БИЗНЕСА

В.П. Плосконосова

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы взаимосвязей этики и бизнеса, показана ограниченность конкурирующих нормативной и ценностно-нейтральной концепций. Исходя из этого представлен основанный на системно-эволюционной парадигме структурно-функциональный подход, в соответствии с которым складывающиеся в обществе социально-экономические процессы характеризуются их функциональной направленностью, культурно-ценностными ориентирами и организационно-институциональными формами. Культурно-ценностная система рассматривается как специфический вектор, который формирует ключевые ориентиры развития социально-экономических процессов, и в свою очередь, испытывает воздействие всех других сфер общества. Рассмотрена особенность взаимосвязей этики и бизнеса в современных условиях, проблемы, возникающие при этом, а также пути их разрешения.

Ключевые слова: этика, бизнес, экономика, социально-экономическая трансформация, предпринимательство, нормативно-ценностные ориентации, организационно-институциональная система, государственная политика.

Введение

Вступление мирового хозяйства в турбулентный период развития и необходимость радикальной трансформации институтов усиливают интерес экономистов к переосмыслению методологических основ экономической науки и теории бизнеса с учетом возрастающей роли в современной экономике этических факторов, которые недооцениваются сторонниками мейнстрима. Осознание тесной взаимосвязи таких явлений как «этика» и «бизнес» способствует тому, что теоретическое и практическое решение проблем социально-экономического развития оказывается более продуктивным при привлечении этического подхода. Как отмечает А. Сен [1, с.23], «сущность современной экономической науки была значительно обеднена из-за возникшей дистанции между экономикой и этикой». В связи с этим в настоящее время возникает

настоятельная необходимость парадигмального переосмысления утвердившихся представлений о роли нравственных ориентиров и этических факторов в организации предпринимательской деятельности и выработки исследовательского инструментария, позволяющего реалистично интерпретировать взаимоотношения бизнеса и общества.

Теоретико-методологические основания анализа взаимосвязей этики и бизнеса

В реальной хозяйственной жизни предпринимательская деятельность определяется весьма широким спектром мотиваций, обусловленных наличием разнообразных связей с обществом и необходимостью оценки различных возможных вариантов поведения с учетом ограниченности материальных и нематериальных ресурсов, а также

неопределенности изменения деловой среды. Социально-экономические структуры деловой среды и индивидуальное поведение предпринимателей выступают как относительно самостоятельные и взаимодополняющие элементы окружающей действительности, определяя двойственность хозяйственной жизни. В связи с этим можно выделить два основных компонента, формирующих мотивы бизнеса, расчетливо - рациональный (цели – рациональный) и этический (ценностно-рациональный). На протяжении большей части XX в. доминировало представление о том, что поведение хозяйствующего субъекта можно интерпретировать как рационального максимизатора прибыли (полезности), но уже в этот период начинают высказываться идеи, указывающие на его явную несостоятельность.

Сегодня центральное место в критике мейнстрима отводится положению о том, что в нем акцент сделан лишь на одном человеческом качестве – расчетливости (*prudence*). Расчетливость как таковую не следует отвергать и необходимо рассматривать, как одну из качеств, наряду с другими. В связи с этим Д. Макклоски отмечает, что расчетливость присуща не только человеку, но, например, крысе, ищущей сыр, или даже ростку травы, пробивающемуся к свету. Однако такие качества (или добродетели), как умеренность и смелость, любовь и справедливость, надежда и вера, свойственны исключительно человеку. В отличие от расчетливости, которая характеризует любую форму жизни и квази-жизни, вплоть до бактерий и вирусов, другие, не связанные с нею качества являются характеристиками человеческой уникальности, а также человеческой речи и смыслов. Всю совокупность качеств и мотиваций предпринимателя, определяющих выбор модели его поведения нельзя сводить только к расчетливости, ориентированный на максимизацию полезности (*Max U*), которая в отсутствие других качеств и импульсов поведения трансформируется в порочность [2].

Складывающиеся в национальной экономике процессы взаимодействия ее субъектов выражают в рамках культурно-исторического контекста единство процессов ценностно-смыслового восприятия ими действительности и выработки институциональных практик, с помощью которых реализуются утвердившиеся в

обществе смысложизненные ориентиры. Признание ценностных критериев в качестве основополагающих факторов социально-экономической динамики имеет широкий круг сторонников, среди них выдающиеся мыслители античности – Платон, Полибий и Сенека, философы эпохи просвещения, в том числе Ш.Л. Монтескье, Э. Гоббон, Г. Гегель и А. Швейцер; в XX в. широкую известность приобретают работы О.Шпенглера, А. Тойнби, А. Кребера, Э. Калло и П. Сорокина. Отказ от упрощенных представлений, связанных как с недооценкой роли ценностно-смысловых факторов в системе социально-экономической детерминации, так и с её гипертрофированным представлением, предполагает учет противоречивого взаимодействия аксиологических, онтологических и гносеологических компонентов в социально-экономических процессах [3].

Исследование проблематики взаимосвязей этики и бизнеса имеет давнюю традицию, заложенную в трактатах Ксенофонта, Аристотеля, сочинениях средневековых религиозных авторитетов, в их числе Фомы Аквинского, в работах А. Смита и его последователей, проводивших экономические исследования с позицией моральной философии. Внимание к этической проблематике за последние 40 лет существенно усилилось во многом благодаря работам Дж. Ролза, Р. Нозика, А. Сена и других ученых, что способствовало разработке концепций нормативной экономической науки в различных школах экономической мысли.

Однако, как отмечает И. ван Ставерен, альтернативные подходы, сложившиеся сегодня в рамках позитивной и нормативной концепций, остаются неудовлетворительными, так как исходят из дихотомии между нормативной и позитивной экономической наукой [4]. Сделав акцент на эффективности, он оспаривает мнение о неизбежном противоречии между эффективностью и справедливостью. Вместо этого он утверждает, что понятие эффективности не является ценностно нейтральным. На него влияют эпистемологические (элегантность, равновесие) и методологические (ускоренные в конкретных этических традициях – утилитаризме, либертарианстве) ценности. Ценностную природу имеют категоризация (что включено в оценку, а что – нет) и система мер (удовлетворение желания, доход, ресурсы). Понятие эффективности носит этический характер не потому, что исключает

справедливость (как предполагается в рамках дихотомии нормативное/позитивное), а потому, что в нее включены ценностные ориентации. Это касается и Парето-эффективности, хотя соответствующая концепция была разработана в 1930-е годы, в период сильного влияния в экономической науке позитивизма.

Для исследования процессов взаимосвязей этики, экономики и бизнеса целесообразно использовать основанный на системно-эволюционной парадигме структурно-функциональный подход, в соответствии с которым процессы в обществе различаются по их функциональной направленности, организационно-институциональной и культурно-ценностной совместимостью. При этом используемые в рамках данного подхода концептуальные положения состоят в следующем: 1) экономика как одна из общественных подсистем проявляет себя через выполнение некоторого набора системных функций, обеспечивая определенный вклад в функционирование других подсистем и общества в целом; 2) этот вклад зависит от культурно-ценностных ориентаций экономических субъектов и организационно-институциональной системы, которые находятся в сложной и противоречивой взаимосвязи и взаимозависимости.

Институциональная и морально-культурная системы, несмотря на определенную автономность и собственную логику изменений, не замкнуты. Институты встроены в общество, его мораль и культуру, а также в социальную структуру, которые воздействуют на параметры ее функционирования и потенциал трансформации. Институциональная система в каждый момент времени основана на определенном наборе ценностей, поддерживает определенную «моральную конструкцию» социальных практик, имеет моральное измерение [5]. В свою очередь, морально-культурные нормы и ценности также испытывают воздействие со стороны институциональных факторов. Поведение предпринимателя всегда является социальным; индивидуальный выбор формируется под воздействием не только рационального личного интереса, но и моральных ограничений, социальных обязательств и ожиданий, которые ограничивают спектр выбора, как целей, так и средств их достижения. Следование моральным нормам может быть рациональным и приносить выгоду всем заинтересованным сторонам.

Рациональность различается у разных людей; существует несколько типов и видов рациональности.

Предпринимателям одновременно присущи как эгоистические, так и морально-культурные устремления, которые могут находиться в конфликте друг с другом, что приводит к разнообразным последствиям. Вместе с тем укорененные нормы и ценности, могут делать легитимными разные виды угнетения и запретов, поддерживать «искаженные» представления и предпочтения, тем более что индивиды часто «подгоняют» их под занимаемые социальные позиции. Поэтому не следует игнорировать когнитивный элемент ценностей и «дерационализировать» их.

В разнообразных институциональных сферах общества (научно-технической, экономической, экологической, правовой, политической и т.д.) складываются свои особые виды деятельности людей и свои ценностно-смысловые структуры, позволяющие вырабатывать и выбирать желательные формы и пути развития процессов в данных сферах в сложившихся культурно-исторических условиях. Многообразные процессы, развивающиеся в обществе как целостном образовании, регулируются многоуровневой и динамичной системой ценностного восприятия мира, выражающей сложные и противоречивые связи между разными видами ориентаций: ценностно-интегративными и дифференцированно-инструментальными, идеологическими и обыденными, долговременными и краткосрочными, консервативными и инновационными и т.д. [3]. Возникающая на основе опыта иерархическая система культурно-ценностных ориентаций пронизывает все сферы жизнедеятельности общества, все формы его сознания. Вместе с тем в социально - экономических процессах проявляется сложная взаимосвязь ценностно-когнитивных и инструментально-когнитивных компонентов, которые могут находиться не только в отношениях соответствия, но и в отношениях острого конфликта, что проявляется в противоречивости взаимодействия культурного и институционального порядка.

Взаимосвязь морально-культурной и институциональной системы предполагает, во-первых, наличие определенных границ возможных изменений последней, в рамках которых сохраняется устойчивость социально-экономического развития общества, выход за границы означает установление уровня доверия к власти и

важнейшим институтам ниже критической отметки, утраты их лигитивности, что приводит к деградации экономических структур и связей; во-вторых, реалистичное отображение нравственных ориентиров в институциональном устройстве общества и принципов социальной справедливости является ключевым фактором успешного развития национальных экономик. Так, авторитетные эмпирические исследования свидетельствуют о том, что устранение чрезмерной дифференциации доходов населения и повышения справедливости при распределении благ в обществе способствует росту производительности и конкурентоспособности экономики.

Особенности взаимосвязей этики и бизнеса в современных условиях

Во взаимосвязи морально-культурной и институциональными системами проявляется противоречия между общими и частными выгодами. При этом в начале третьего тысячелетия новые подтверждения находит оценка известного либерального экономиста Людвиг фон Мизеса, который отмечал, что «частная собственность не является привилегией владельца собственности, а является общественным институтом, служащим добру и выгоде всех, несмотря на то, что она может в то же время быть особенно приятной и полезной для некоторых»[6].

Институциональная система, устанавливая правила поведения бизнеса и относительное соотношение между размерами вознаграждения за разные виды деятельности, играет ключевую роль в распределении предпринимательского ресурса между производительными и непроизводительными ее видами, а также в формировании динамики роста производительности экономики. Сегодня непроизводительное предпринимательство принимает множество самых различных форм, связанных с направлением предпринимательских усилий, и творческих способностей на поиск ренты непроизводительного характера; государство должно уделять внимание именно тем областям, в которых наиболее высока вероятность подобных форм недобросовестного бизнеса. Государственная политика способна влиять не только на распределение предпринимательского ресурса между производительными и непроизводительными видами деятельности, но и на динамику общей численности

предпринимателей. Если система ценностей в обществе уже ориентирована на современную модель экономического роста, то наиболее эффективным направлением достижения успеха становится трансформация институциональных структур [7,8].

Необходимость осуществления модернизационных изменений в российской экономике с соответствием с общемировыми трендами вызывает потребность активного использования успешных практик ведущих стран. Вместе с тем важно принимать во внимание, что эти страны вступили в фазу фундаментального перелома социально-экономических и научно-технических основ развития.

Во второй половине XX в. под влиянием новых социально-экономических и научно-технических условий и вызовов в западных странах на законодательной основе произошло существенное расширение нормативных границ социальных обязательств государства и бизнеса, усиление роли предпринимательской этики, снижение дифференциации доходов населения, социально-экономической напряженности и рост уровня доверия в обществе. Это способствовало значительному повышению качества человеческого капитала, формированию массового среднего класса, который создал социальную базу устойчивого и динамичного развития общества, малого и среднего бизнеса, активного осуществления инновационных изменений в экономике, ее переходу от индустриальной модели к постиндустриальной. Так, новый социально-экономический курс государственной политики, проводимый в США, начиная с 1930-х годов, сопровождавший налоговой реформой и введением высокой ставки налогов на наследование дорогой личной недвижимости, вызвал рост стимулов производительного инвестирования, вертикальной мобильности социальных групп и ограничение власти наиболее состоятельных граждан, доля 1% которых в национальном богатстве за 1930-1975 гг. сократилась с 30 до 18 %.

В условиях необходимости перехода от индустриальной экономики к принципиально новой ее модели развернувшийся в 1980-1990 гг. процесс трансформации западных стран был ориентирован на осуществление преобразований в экономике на основе смены доминирующих нормативно-ценностных представлений о социальной

ответственности государства и бизнеса исходя из неолиберальной доктрины воинствующего индивидуализма. Это сопровождалось резким усилением социальной дифференциации и изменением структурного облика общества, размыванием и ослаблением роли нормативно-ценностных ориентиров в формировании бизнес-среды, появлением новых форм и ростом масштаба псевдопредпринимательства и криминальных бизнес-практик, а также трансформацией сложившейся в XX в. двухуровневой структуры предпринимательства, нижний уровень, которого образует многочисленный малый и средний бизнес, действующий в условиях конкуренции, а верхний-крупнейшие 150 транснациональные корпорации (ТНК), которые сегодня контролируют через схемы прямого и перекрестного владения активов около 40% мировых доходов.

В настоящее время особую роль в выработке государственных решений играют политико-административные сети, хотя их влияние на государство зависит от качества институтов, социокультурной среды и уровня гражданского контроля, однако их доминирование приводит к тому, что государственные органы часто превращаются в фикцию, не связанную с принятием реальных решений. Приоритетом становятся неформальные способы согласования и пакетные соглашения различных коалиций правящей элиты, а публичность обретает сугубо пропагандистский характер. А перед гражданскими структурами возникают еще более высокие, практически непреодолимые барьеры для участия в принятии решений. Все это дает основание ряду ученых рассматривать не только принятие решений, но и саму политику как исключительно «сетевой феномен». Трансформации внутреннего пространства государства под сетевым давлением значительно сужают пространство возможностей граждан. Это создает преимущество весьма узкому кругу коалиций правящего класса, которые используют психологические, социокультурные и другие технологии для реализации своих целей [9, 10].

Складывающийся на основе реализации неолиберальной доктрины в современной реальности новый облик социально-экономической структуры общества является ключевым фактором, определяющим культурно - ценностные ориентации, особенности формирования сетевых структур и изменения экономико-институционального ландшафта. Сформировавшиеся в последние

десятилетия тенденции опережающего роста доходов от капитала сопровождалась снижением доли трудовых доходов и усилением неравномерности в распределении доходов, что как указывают лауреаты Нобелевской премии П. Кругман и Дж. Стиглиц, весьма негативно сказалось на решении проблемы занятости и повышения производительности экономики. Так, за последние тридцать лет доля трудовых доходов в ведущих развитых странах уменьшилась на 5-10 п.п. и более; в США доля 1% самых богатых граждан в национальном богатстве увеличилась с 18 до 37%, а осуществленное в стране снижение налоговой ставки на высокие доходы способствовало росту расточительного потребления и не создало должных стимулов на накопления капитала.

Глубокие структурные перемены, переход к неолиберальной модели и политике гибкости рынка труда и занятости способствовали появлению нового социального класса-прекариата, который находится в наиболее социально не защищенном и в наиболее уязвимом положении и достигает во многих странах 30-40% численности трудоспособного населения. Он пополняется за счет работников разных сфер экономики, с которыми заключаются практически без социальных гарантий краткосрочные договора и многие из которых вовлечены в «теневой» сектор. Появление нового класса порождает разнообразные деструктивные последствия; у многих наблюдается духовно-нравственная деградация личности [10].

Усложнение предпринимательской среды сопровождалось появлением разнообразных позитивных и негативных экстерналиев, плохо регулируемых механизмами рынка и неолиберальными методами государственного регулирования, приводило к возникновению в законодательстве «лакун», высокодоходных предпринимательских стратегий, ориентированных на поиск и применение аморальных и формально не запрещенных «оптимизационных схем», а также и различных видов распределительной ренты. В условиях финансиализации, появления множества сложных финансовых инструментов и низким уровнем государственного контроля ключевые тренды глобальной и национальной экономике формируются не столько рыночными механизмами, сколько скрытыми соглашениями крупнейших корпораций, спекулятивной финансовой игрой на

фьючерсах и опционах, инсайдерскими операциями глобальных финансовых пулов. В таком контексте предпринимательство в классическом (традиционном или, напротив, шумпетеровском) смысле слова все более явно вытесняется финансовой и рыночной игрой, в которой предприниматель любого масштаба – уже не игрок и даже не «ферзь», а «пешка» или, в лучшем случае, второстепенная «разменная» фигура для реальных игроков [11]. Поэтому при выборе в качестве образцов тех или иных институциональных практик необходим их критический анализ, иначе возникает большая вероятность переноса в российскую экономику широкого спектра трудноразрешимых проблем.

Проведение в последние десятилетия в нашей стране социально-экономической политики, ориентированной на использование неолиберальных ценностных установок и методов не позволило решить задачи создания благоприятной бизнес-среды для осуществления инновационной модернизации и преодоления технологического отставания от развитых стран; произошел структурный сдвиг в сторону сырьевых отраслей и рентоориентированного предпринимательства; Сегодня наша страна лидирует в мире по неравенству в распределении богатства. По результатам авторитетного исследования, проводимого банком Credit Suisse, на долю самых богатых 1% россиян приходится 71% всех активов домохозяйств в стране, а 110 семей олигархов распоряжаются 35% активов. При этом в следующих за Россией (среди крупных стран) по этому показателю Индии и Индонезии этот показатель составляет соответственно 49% и 46%. В среднем в мире он равен 46%, в Африке - 44%, в США - 37%, в Китае и Европе - 32%, в Японии - 17%. Россия лидирует в мире по доле самых обеспеченных 5% населения - владеют 82,5 % всего богатства домохозяйств страны, 10 % населения владеют - 87,6%, и по коэффициенту Джини распределения богатства (0,84) [12]. Существующая огромная дифференциация доходов и богатства в России основывается на перекосах в системе налогообложения, сложившихся в пользу высокодоходных групп, высоком уровне коррупции и теневой экономики, низком уровне ответственности государственной бюрократии и менеджеров крупных компаний за результаты своей деятельности.

Для выхода из крайне сложной ситуации необходима смена социально-экономической модели и переход на траекторию неоиндустриального развития в соответствии с новыми угрозами и вызовами. Это предполагает переформатирование культурно-ценностных установок и организационно-институционального устройства бизнес-среды, позволяющее создавать более справедливые и продуктивные правила осуществления вертикальных и горизонтальных связей, распределения ресурсов и формирования доходов экономических субъектов, обеспечивая высокие стимулы для добросовестного бизнеса, роста доверия и генерирования инновационно-синергетических эффектов в результате развития кластеров и кооперационных взаимодействий, приобретающих в современных условиях особую значимость.

Для запуска прорывных механизмов активизации инновационно-инвестиционной деятельности важно кардинально пересмотреть принципиальные основы архаической российской системы налогообложения с учетом успешного опыта зарубежных стран [13,14]. В промышленно развитых странах за счет использования прогрессивной шкалы на долю подоходного и социальных налогов приходится 60-70% налоговых поступлений, соответственно, многократно меньше доля налоговых изъятий из прибыли (а в нашей стране противоположная ситуация). Это стимулирует производительное предпринимательство, накопление и использование капитала. Необходимо проводить в стране политику ускоренной амортизации, обеспечив увеличение доли амортизации в финансировании инвестиций до уровня индустриально-развитых стран.

Заключение

Важнейшим недостатком современных подходов к формированию деловой среды является рассмотрение ценностно-нормативных установок лишь как некоего второстепенного элемента в построении институциональной системы национальной экономики, исходя из абсолютизации эластичности их связи. Вместе с тем важно учитывать, что складывающиеся на основе возрастающей рефлексивности действий акторов социально-экономическая трансформация выражает сложную и неожиданную взаимосвязь нормативно-символических и институциональных изменений

[15]. Траектория данных изменений определяется тем обстоятельством, что ценностно-смысловые ориентиры могут выступать не только в качестве нормативных предписаний этической рациональности, но и в качестве ключевых характеристик организации хозяйственной жизни, власти и общества, конкретно-временных системообразующих норм, которые задают институциональный стандарт оценок, используемых правящей элитой и обществом для диагностики социальных коммуникаций и хозяйственных изменений общества.

Библиографический список

1. Сен, А. Об этике и экономике / А. Сен. – М.: Наука, 1996. – 315 с.
2. McCloskey D.N. *Bourgeois Dignity: Why Economics Can't Explain the Modern World*. Chicago: University of Chicago Press. 2010, P.17-26.
3. Плосконосова, В.П. Структурирование правящей элиты и формирование траектория социальных изменений / В.П. Плосконосова. – Омск, 2008. – 193 с.
4. И. ван Ставерен Этика эффективности / И.ван Ставерен // Вопросы экономики. – 2009. – №12. – С. 59.
5. Шабанова, М. Этичное потребление в России: профили, факторы, потенциал развития / М. Шабанова // Вопросы экономики. – 2015. – № 5. – С. 75-103.
6. Мизес, Л. Либерализм и классические традиции / Л. Мизес. – М.: Ж Дело, 1995. – 235 с.
7. Баумоль, У. Предпринимательство: производительное, непроизводительное и деструктивное / У. Баумоль // Российский журнал менеджмента. 2013. – Том 11. – № 2. – С.61-84.
8. Плосконосова, В.П. Деловая среда развития малого предпринимательства и формирование предпринимательской ренты / В.П. Плосконосова, Е.В. Романенко // Вестник СибАДИ. – 2012. – № 1 (23). – С. 116-120.
9. Соловьев, А.И. Государственные решения: концептуальный простор и тупики теоризации / А.И. Соловьев // Политические исследования. – 2015. – № 3. – С. 127-146.
10. Бирюков, В.В. Социокультурные изменения в современном мире: механизмы осуществления / В.В. Бирюков, В.П. Плосконосова // Инновационная экономика и общество. – 2015. – №4 (10). – С. 87-93.
11. Черной, Л.С. Предпринимательская этика и экономическое развитие: парадоксы современности / Л.С. Черной // Экономическая наука современной России. – 2014. – №4. – С.49-63.
12. Credit Suisse Research Institute, 2012, 210 p.
13. Соколов, М.О. Поиск финансовых резервов для ускорения экономического роста России / М.О. Соколов // Общество и экономика. – 2015. – №6. – С.49-75.
14. Бирюков, В.В. Промышленная политика в условиях неоиндустриализации: подходы к

формированию/ В.В. Бирюков, В.П. Плосконосова // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 3 (43). – С. 84-92.

15. Бирюков, В.В. Социальные трансформации и модернизация российского общества / В.В. Бирюков, В.П. Плосконосова, П.В. Ополев. – Омск, 2013. – 265 с.

FEATURES OF INTERRELATIONS OF ETHICS AND BUSINESS

V. P. Ploskonosova

Abstract. In article questions of interrelation of ethics and business are considered, limitation of the competing standard and valuable and neutral concepts is shown. Proceeding from it the structurally functional approach based on a system evaluation to a paradigm according to which the social and economic processes developing in society are characterized by their functional orientation, cultural and valuable reference points and organizational and institutional forms is presented. The cultural and valuable system is considered as a specific vector which forms key reference points of development of social and economic processes, and in turn, is affected by all other spheres of society. Feature of interrelations of ethics and business in modern conditions, the problems arising at the same time and also ways of their permission is considered.

Keywords: ethics, business, economics, socio-economic transformation, entrepreneurship, normative and value orientation, organizational-institutional system, public policy.

References

1. Sen A. *Ob jetike i jekonomike* [On ethics and Economics]. Moscow, nauka, 1996. 315 p.
2. McCloskey D.N. *Bourgeois Dignity: Why Economics Can't Explain the Modern World*. Chicago: University of Chicago Press. 2010, pp.17-26.
3. Ploskonosova V.P. *Strukturirovanie pravjashhej jelity i formirovanie traektorija social'nyh izmenenij* [Structuring of the ruling elite and the formation of the trajectory of social change]. Omsk, 2008. 193 p.
4. I. van Staveren *Jetika jeffektivnosti* [The ethics of efficiency]. *Voprosy jekonomiki*, 2009, no 12. p. 59
5. Shabanova, M. *Jetichnoe potreblenie v Rossii: profili, faktory, potencial razvitija* [Ethical consumption in Russia: profiles, factors, potential development]. *Voprosy jekonomiki*, 2015, no 5. pp. 75-103.
6. Mizes L. *Liberalizm i klassicheskie tradicii* [Liberalism and the classical tradition]. Moscow, Zh Delo, 1995. 235 p.
7. Baumol' U. *Predprinimatel'stvo: proizvoditel'noe, neproizvoditel'noe i destruktivnoe* [Entrepreneurship: productive, unproductive and destructive]. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta*, 2013, Tom 11, no 2. pp.61-84.
8. Ploskonosova V.P., Romanenko E.V. *Delovaja sreda razvitija malogo predprinimatel'stva i formirovanie predprinimatel'skoj renty* [Business

environment for small business development and entrepreneurial rents]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 1 (23). pp. 116-120.

9. Solov'ev A.I. Gosudarstvennye reshenija: konceptual'nyj prostor i tupiki teorizacii [State solutions: conceptual space and the stubs of theorization]. *Politicheskie issledovanija*, 2015, no 3. pp. 127-146.

10. Birjukov V.V., Ploskonosova V.P. Sociokul'turnye izmenenija v sovremennom mire: mehanizmy osushhestvlenija [Socio-cultural changes in the modern world: implementation mechanisms]. *Innovacionnaja jekonomika i obshhestvo*, 2015, no 4 (10). pp. 87-93.

11. Chernoj L.S. Predprinimatel'skaja jetika i jekonomicheskoe razvitie: paradoksy sovremennosti [Business ethics and economic development: the paradoxes of modernity]. *Jekonomicheskaja nauka sovremennoj Rossii*, 2014, no 4. pp. 49-63.

12. Credit Suisse Research Institute, 2012, 210 p.

13. Sokolov M.O. poiske finansovyh rezervov dlja uskorenija jekonomicheskogo rosta Rossii [On the search for financial reserves for acceleration of

economic growth in Russia]. *Obshhestvo i jekonomika*, 2015, no 6. pp. 49-75.

14. Birjukov V.V., Ploskonosova V.P. Promyshlennaja politika v uslovijah neoindustrializacii: podhody k formirovaniju [In Industrial policy in the conditions neoindustrialization: approaches to the formation]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 3 (43). pp. 84-92.

15. Birjukov V.V., Ploskonosova V.P., Opolev P.V. *Social'nye transformacii i modernizacija rossijskogo obshhestva* [Social transformation and modernization of the Russian society]. Omsk, 2013. 265 p.

Плосконосова Вера Петровна (Россия, г. Омск) – доктор философских наук, профессор, заведующая кафедрой «Философия» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира. 5).

Ploskonosova Vera Petrovna (Russian Federation, Omsk) – doctor of philosophical sciences, Professor, head of Department "Philosophy" The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave. 5).

УДК 629.471

СИСТЕМА СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АУДИТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЕЁ АПРОБАЦИЯ

Р.С. Симак, Р.С. Саттаров

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), Омск, Россия.

Аннотация. Авторами предложена комплексная система, позволяющая определить стоимостные показатели процесса энергетического аудита железнодорожных предприятий; её применение позволяет выполнять обоснованные расчеты трудоемкости проведения энергетического аудита. Проведен анализ основных подходов к ценообразованию в сфере энергетических обследований. Представлена система показателей, представленных при определении энергоаудита и методика оценки предельной стоимости энергетического обследования. Приведены результаты апробации данной методики в ОАО «Российские железные дороги», анализ удельной стоимости проведения обследований в расчете на одно структурное подразделение, а также представлена сводная информация по усредненной трудоемкости процесса энергоаудита железнодорожных предприятий.

Ключевые слова: энергетический аудит, ценообразование, трудоемкость, предельная стоимость, энергосбережение.

Введение

Российские железные дороги являются крупной холдинговой структурой по своим показателям входящей в пятерку ведущих железнодорожных компаний мира. По итогам 2014 года ОАО «РЖД» заняло третье место по объему грузооборота, после США и Китая, выполнив свыше 2000 млрд. ткм, и по показателю пассажирооборота – 5 место после Индии, Китая, Стран ЕС, Японии, выполнив работу в объеме свыше 130 млрд пасс.-км [1].

Достижение успешных результатов невозможно без эффективного взаимодействия всех организаций, входящих в структуру ОАО «РЖД», в числе которых, следует особо выделить локомотивное хозяйство, как основной центр формирования доходов от перевозочной деятельности. По итогам 2014 года доходы от грузовых и пассажирских перевозок составили свыше 1 трлн руб. или около 80% от общей выручки компании.

Энергоэффективность и энергосбережение входят в круг стратегических направлений приоритетного технологического развития нашей страны [2, 3] и, соответственно, железнодорожного транспорта [4]. Энергоэффективность и энергосбережение рассматриваются компанией ОАО «РЖД» как крупный резерв снижения эксплуатационных затрат и себестоимости основной деятельности, поэтому в компании действуют Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года [5], а также Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Потенциал энергосбережения полностью раскрывается после проведения обязательного энергетического обследования. В соответствии с федеральным законом № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности..." [6] все организации, расходующие на топливно-энергетические ресурсы (далее ТЭР) на сумму более пятидесяти миллионов рублей [7], обязаны проходить обязательное энергетическое обследование не реже чем один раз в пять лет.

Согласно данным Росстата, под эту категорию попадают более 410 тыс. предприятий РФ разных форм собственности, в том числе и ОАО "РЖД", что составляет более 10% от их общего числа действующих в РФ.

Подходы к расчету стоимости проведения энергетических обследований

Одна из актуальных проблем в области проведения энергетических обследований - отсутствие единой методики расчета стоимостных показателей процесса энергетического аудита.

Существуют несколько подходов решающих данную проблему.

Первым широко распространенным способом определения стоимости энергетического обследования является способ, основанный на использовании прейскуранта Минжилхоза РСФСР 26-05-204-01 (книга вторая - "Наладка энергетического оборудования") с акцентом на выполнение энергосберегающих мероприятий и Прейскуранта № 06-05-45 (книга вторая - "Оптовые цены на ремонт и наладку электроэнергетического, энерготехнологического оборудования и средств измерений, выполненные предприятиями Минхимнефтепрома СССР").

Ценники, разработанные некоммерческим партнерством "Ассоциация энергоаудиторских фирм", правительством Москвы, а также прейскурант на проведение энергетических обследований в республике Беларусь, представленные в открытом доступе, основаны на вышеуказанных документах. И при этом все они содержат существенный недостаток - цены определенные в данных прейскурантах сформулированы для 1986 г. (ссылка в документе прейскуранта).

Безусловно, возможно построение прейскуранта на основе данных документов, но следует учесть, что за период с 1986 года в экономике возникли существенные ценовые диспропорции, не позволяющие корректно сформировать смету на энергетическое обследование, используя только лишь коэффициент поправки на инфляцию. Кроме того, данные прейскуранты позволяют реально завязать цены на проведение энергетических обследований, вследствие указанных диспропорций. Таким образом, заказчик должен либо оговаривать непосредственный перечень работ, что ведет к необходимости предварительного энергетического обследования, либо в соответствии с условиями проводимого конкурса от участия могут быть отстранены лица, обладающие высокими навыками и квалификацией, позволяющими проводить энергетическое обследование с высоким качеством. При всех указанных недостатках, данный прейскурант обладает существенным плюсом: имеется возможность определения базовой трудоемкости, а наличие комплекса коэффициентов позволяет адаптировать трудозатраты на проведение энергетических обследований к большей части объектов.

Второй подход к ценообразованию в области энергетических обследований предполагает использование доли от стоимости потребляемых ТЭР (в пределах 0,5-2% от годовой стоимости потребленных ТЭР). Минусом подобного подхода является то, что экономически выгодными и привлекательными объектами являются организации с высоким энергопотреблением, организации, с низким потреблением, подпадающие под действие 261-ФЗ сталкиваются с проблемой привлечения подрядчика на данный вид работы. Кроме того, использование данного подхода допускает определенную вариацию, связанную с изменением цен на ТЭР в течение года - действительно, как определять базу для расчета стоимости энергоаудита - по

цене учета в рамках бухгалтерской отчетности, по цене начала или конца года? Вариация, в данном случае будет связана с фиксированием цены на ТЭР на определенный момент: дата может быть определена на момент формирования бюджета заказчика, где выделяются финансовые средства, дата объявления конкурса, дата заключения договора и т.д.

Третий подход связан с определением цены на основе данных предшествующего периода с корректировкой на рост цен. Безусловно, такой подход экономически обоснован, однако он учитывает лишь сложившуюся практику, и в зависимости от территориального расположения организации осуществляющей энергетическое обследование предлагаемая цена за выполнение работ по одному и тому же объекту будет существенно отличаться.

Очевидно, что существующие подходы наряду с преимуществами, обладают рядом недостатков, не позволяющих сделать однозначный выбор в пользу того или иного способа установления предельной цены. Представляется, что обоснованным вариантом формирования предельной цены является способ формирования на основе фактических трудозатрат на проведение энергетического обследования. Причиной выбора трудозатрат, как основы расчета цены является то, что именно затраты на оплату труда энергоаудиторов являются наиболее весомой составляющей в стоимости проведения энергетического обследования.

Система стоимостных показателей энергетического аудита железнодорожных предприятий

В разработанной авторами системе (методике) определения стоимости проведения энергетического обследования представлены нормативы, основанные на изучении отраслевых норм и имеющихся методических рекомендаций и ценников, а также сложившейся практики различных организаций. В состав калькуляции на выполнение работ по энергетическому обследованию входят следующие статьи затрат: оплата работ, выполняемых исполнителями; материалы; заработная плата; начисления на заработную плату; прочие прямые расходы; накладные расходы; рентабельность.

Основой калькуляции стоимости энергообследования являются затраты на заработную плату, определяемые

трудоемкостью выполнения работ и стоимости единицы трудозатрат, по следующей формуле:

$$Z_{\text{зн}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_i T_j, \quad (1)$$

где c_i – цена единицы трудозатрат у i -го работника, руб./чел.ч, принимается по ставкам, действующим в организации проводящей энергетическое обследование (включает базовую ставку и районный коэффициент); n – количество работников, привлекаемых для выполнения договорного объема работ по энергетическому обследованию; m – количество видов работ, выполняемых в рамках энергетического обследования предприятия; T_j – трудоемкость j -й работы, чел.ч.

Все виды работ, выполняемые в процессе энергетического обследования, в методике разделяются на общие и специфические. К общим работам относятся те виды деятельности энергоаудитора, которые необходимо выполнять вне зависимости от типа объекта, например, формирование первого раздела отчета, включающего общую характеристику предприятия, анализ показателей основной деятельности, заполнение форм энергетического паспорта и т.д.

Специфические виды работ относятся к конкретным подразделениям или их группам, например - обследование системы тягового электроснабжения в ЭЧ, анализ потребления электроэнергии на тягу поездов в ТЧЭ, обследование автотранспортной техники и специального подвижного состава и т.д.

Предельные затраты на проведение энергетического обследования (с учетом НДС) определяются из следующего выражения:

$$Z_n = (Z_c + Z_m + Z_{\text{зн}} + Z_{\text{нач}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{нак}} + П) \text{ НДС}, \quad (1)$$

где Z_c – оплата работ, выполняемых исполнителями, руб.; Z_m – стоимость материалов, руб.; $Z_{\text{зн}}$ – заработная плата основного персонала, руб.; $Z_{\text{нач}}$ – начисления на заработную плату основного персонала, руб.; $Z_{\text{пр}}$ – прочие прямые расходы, руб.; $Z_{\text{нак}}$ – накладные расходы, руб.; $П$ – прибыль, руб.; НДС – налог на добавленную стоимость.

Иначе данное выражение можно записать как:

$$З_n = (З_m + З_{зп} (1 + k_1 + k_2)) (k_3 + k_4 \cdot k_5) \cdot НДС, (2)$$

где k_1 – величина страховых взносов, принимается в размере 0,302; k_2 – предельная доля командировочных расходов; k_3 – предельная доля оплаты труда соисполнителей; k_4 – предельный коэффициент накладных расходов; k_5 – предельная норма рентабельности.

Значение k_2 можно принять на основании рекомендации [7] в размере не более 40% от фонда оплаты труда. Значение k_3 рекомендуется определять на основе требований заказчиков, определяемых в конкурсной документации. Требования к оплате труда соисполнителей определяется в размере не более 30% от суммы договора. Значение k_4 , в соответствии с действующими нормативными документами, устанавливается предприятиями самостоятельно, но если отталкиваться от статистики, то в среднем по предприятиям отрасли следует принять данный коэффициент в размере 10% от прямых затрат. Значение k_5 целесообразно устанавливать, отталкиваясь от рекомендаций по ценообразованию и приравнять к 10% от прямых затрат.

Если принять данные коэффициенты, окончательное выражение для приближенного расчета предельной стоимости работ по энергетическому обследованию структурного подразделения с учетом незначительной доли затрат на материалы и НДС:

Таблица 1 – Результаты апробации методики расчета стоимости энергообследования предприятий ОАО «РЖД»

Дорога	Число подразделений	Расчетная стоимость проведения энергообследования	Средняя стоимость на 1 подразделение
Северо-Кавказская ж.д.	286	189 135 740,70р.	661 313,78р.
Западно-Сибирская ж.д.	230	245 763 551,60р.	1 068 537,18р.
Дальневосточная ж.д.	225	392 371 814,00р.	1 743 874,73р.
Московская ж.д.	225	620 395 600,00р.	2 757 313,78р.
Северная ж.д.	185	387 937 307,40р.	2 096 958,42р.
Свердловская ж.д.	161	309 882 116,00р.	1 924 733,64р.
Горьковская ж.д.	160	92 479 786,55р.	577 998,67р.
Октябрьская ж.д.	157	321 161 750,00р.	2 045 616,24р.
Приволжская ж.д.	149	211 096 512,00р.	1 416 755,11р.
Куйбышевская ж.д.	147	236 438 477,91р.	1 608 425,02р.
Южно-уральская ж.д.	133	471 563 037,07р.	3 545 586,74р.
Юго-Восточная ж.д.	121	130 404 511,00р.	1 077 723,23р.

$$З_n = (З_m + З_{зп} (1 + 0,342 + 0,4)) (0,3 + 1,1 \cdot 1,1) \cdot 1,18 \approx 3,1 З_{зп}. (3)$$

Окончательное выражение для приближенного расчета предельной стоимости работ по энергетическому обследованию структурного подразделения с учетом отсутствия соисполнителей, а также незначительной доли затрат на материалы и НДС:

$$З_n = (З_m + З_{зп} (1 + 0,302 + 0,4)) (0 + 1,1 \cdot 1,1) \cdot 1,18 \approx 2,5 З_{зп}. (4)$$

С учетом вышеизложенного, предельная стоимость энергетического обследования предприятия находится в следующих диапазонах:

$$З_n \approx 2,5 \div 3,1 З_{зп}, (5)$$

где 2,5 – коэффициент расчета стоимости без участия соисполнителей в работах по энергетическому обследованию; 3,1 – коэффициент расчета стоимости с привлечением соисполнителей.

Результаты апробации методики стоимостных показателей процесса энергетического аудита железнодорожных предприятий

В соответствии с распоряжением ОАО "РЖД" от 31 марта 2011 года №685р была утверждена методика определения стоимости работ по проведению энергетического обследования ОАО "РЖД" [8].

Авторы данной статьи принимали непосредственное участие в разработке указанной методики, по результатам апробации которой были получены значения, представленные в таблице 1 и на рисунке 1, в разрезе железных дорог - филиалов ОАО "РЖД".

Продолжение Таблицы 1

Восточно-Сибирская ж.д.	95	158 109 809,00р.	1 664 313,78р.
Забайкальская ж.д.	83	129 110 152,48р.	1 555 544,01р.
Красноярская ж.д.	69	301 179 520,00р.	4 364 920,58р.
Калининградская ж.д.	20	18 538 420,00р.	926 921,00р.
ИТОГО	2446	4 215 568 105,71р.	1 723 453,85р.

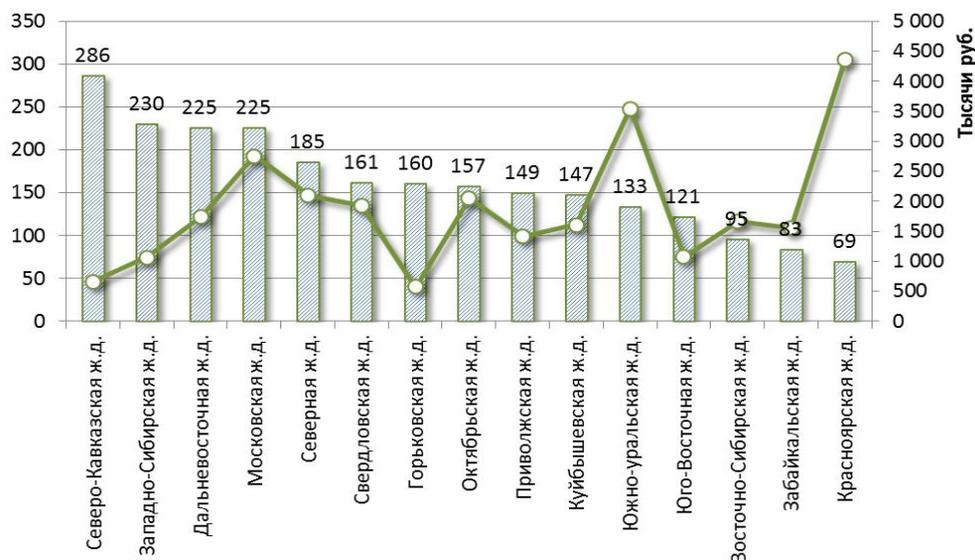


Рис. 1. Распределение числа предприятий и удельной стоимости проведения энергетического обследования по железным дорогам – филиалам ОАО «РЖД»

По результатам анализа рисунка 1, наблюдается достаточно слабая обратно пропорциональная взаимосвязь между количеством структурных подразделений в границах железной дороги и удельной средней стоимостью проведения энергетического обследования одного подразделения. Средняя стоимость проведения энергетического обследования одного подразделения составила около 1700 тыс. руб. Широкий разброс величины удельной стоимости проведения энергетического обследования от 500 тыс.

руб. до 4 млн руб объясняется различным масштабом структурных подразделений, включающих в себя как крупные предприятия (локомотивные депо, дирекции тепловодоснабжения и т.д.), так и сравнительно небольшие (дистанции пути, гражданских сооружений и т.д.)

По результатам анализа трудоемкости проведения энергетического обследования получены следующие усредненные результаты в разрезе видов структурных подразделений ОАО «РЖД» (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты анализа трудоемкости проведения энергетического обследования

Вид структурного подразделения	Расчетная трудоемкость, чел·ч
Железнодорожная станция (ДС)	668
Дистанция пути (ПЧ)	686
Региональный центр связи (РЦС)	1445
Дистанция гражданских сооружений (НГЧ)	1839
Вагонное эксплуатационное депо (ВЧДЭ)	2018
Локомотивное эксплуатационное депо (ТЧЭ)	2041
Вагонное ремонтное депо (ВЧДР)	2764
Локомотивное ремонтное депо (ТЧР)	3075
Дирекция тепловодоснабжения (ДТВ)	5773

Заключение

Таким образом, предложена комплексная система, позволяющая определить стоимостные показатели процесса энергетического аудита железнодорожных предприятий; её применение позволяет выполнять обоснованные расчеты трудоемкости проведения энергетического аудита. Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что наиболее трудоемкими и, соответственно, дорогими при проведении энергетических обследований являются дирекции тепловодоснабжения, локомотивные и вагонные ремонтные депо, на балансе которых находится большое количество технологического оборудования, зданий и сооружений, а также котельных, что и обуславливает высокий уровень трудозатрат.

Библиографический список

1. Годовой отчет ОАО «Российские железные дороги» за 2014 год / URL: http://ir.rzd.ru/dbmm/download?vp=58&load=y&col_id=121&id=314. (дата запроса информации – 15.01.2016).
2. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» / «Собрание законодательства РФ», 30.11.2009, N 48, ст. 5711
3. Распоряжение Правительства РФ от 03.04.2013 N 512-р "Об утверждении государственной программы «Энергоэффективность и развитие энергетики» / «Собрание законодательства РФ», 08.04.2013, N 14, ст. 1739.
4. Гапанович, В.А. Энергоэффективность – путь к снижению затрат и к экологической безопасности / В.А. Гапанович // Железнодорожный транспорт. – № 8. – 2014. – С. 22-25.
5. Энергетическая стратегия холдинга Российские железные дороги на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года / Утв. распоряжением ОАО "РЖД" от 15.12.2011 г. № 2718р.
6. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" // "Собрание законодательства РФ", 30.11.2009, N 48, ст. 5711.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 августа 2014 г. N 818 "Об установлении объема энергетических ресурсов в стоимостном выражении для целей проведения обязательных энергетических обследований" // "Собрание законодательства РФ", 25.08.2014, N 34, ст. 4675.
8. Распоряжение ОАО "РЖД" от 31.03.2011 N 685р "Об утверждении документов по

энергетическому обследованию объектов ОАО "РЖД".

SYSTEM OF COST INDEXES OF POWER AUDIT OF THE RAILWAY ENTERPRISES AND HER APPROBATION

R.S. Simak, R.S. Sattarov

Abstract. The authors described a complex system for calculating value indicators of process energy audit of railway undertakings, the application of which allows reasonable estimates of the complexity of the energy audit. The analysis of the main approaches to pricing in energy expertise current. Presents a system of indicators that justify the pricing of the energy of gaudete and method of estimating the marginal value of the energy expertise-tion. The results of approbation of this methodology in JSC "Russian Railways", the analysis of the specific cost survey per structural unit, and also provides summary information on the average complexity of the process of energy audit of railway undertakings.

Keywords: energy audit, pricing, labor input, marginal cost, energy saving.

References

1. Annual report JSC "Russian Railways" for 2014 Available at: http://ir.rzd.ru/dbmm/download?vp=58&load=y&col_id=121&id=314. (accessed 15.01.2016).
2. [Federal law of 23.11.2009 N 261-FZ "On energy saving and enhancement of energy-energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation" "the Collection of RF legislation", 30.11.2009, no 48, item 5711].
3. [The order of the Government of the Russian Federation from 03.04.2013 N 512-R "On approval of the state-run programme "energy Efficiency and energy development"]. *Collected legislation of the Russian Federation*, 08.04.2013, no 14, St. 1739.
4. Gapanovich V.A. energoeffektivnost' – put' k snizheniju zatrat i k jekologicheskoj bezopasnosti [Energy efficiency – the path to cost reduction and environmental without risk]. *Zheleznodorozhnyj transport*, no 8, 2014. pp. 22-25.
5. [Energy strategy of Russian Railways holding for the period till 2015 and on prospect till 2030]. *Approved. by the order of JSC "RZD" from 15.12.2011 № 2718p.*
6. [Federal law of 23.11.2009 N 261-FZ "On energy saving and enhancement of energy-energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation"]. *Collection of legislation of the Russian Federation*, 30.11.2009, no 48, item 5711.
7. [The decree of the Government of the Russian Federation of 16 August 2014 N 818 "About the amount of energy resources in monetary terms for the purpose of carry out the mandatory energy surveys]. "Collection of legislation of the Russian Federation", 25.08.2014, no 34, item 4675.
8. [The order of JSC "RZD" N 685p of 31.03.2011 "On approval of documents on the energy inspection of facilities of JSC "RZD"].

Симак Роман Сергеевич (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика транспорта, логистика и управление качеством» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС) (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35е-mail: ronad@mail.ru).

Саттаров Рашит Салыхетдинович (Россия, г. Омск) – доцент кафедры «Экономика транспорта, логистика и управление качеством» Омского государственного университета путей сообщения

(ОмГУПС) (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35е-mail: rashit.sattarov@bk.ru).

Simak Roman Sergeevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor of Omsk state transport university (OSTU) (644046, Omsk, Marx Ave., 35, e-mail: ronad@mail.ru).

Sattarov Rashit Salyakhetdinovich (Russian Federation, Omsk) – is the associate professor of Omsk state transport university (OSTU) (644046, Omsk, Marx Ave., 35е-mail: rashit.sattarov@bk.ru).

УДК 336.6

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ ПОТОКАМИ

С.М. Хаирова^{1,2}, Б. Г. Хаиров²

¹ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

²Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Омск, Россия.

Аннотация. В статье определены факторы рационализации движения финансовых потоков. Рассмотрено содержание механизма управления финансовыми потоками. Исходя из этого предложен финансово-экономический подход, основанный на выявлении того, какой максимальный доход можно получить при альтернативном использовании финансовых ресурсов. Определено, что теория EVA, позволяет формировать, наблюдать, вести и оценивать принимаемые решения в ключе добавления стоимости при оптимизации финансовых потоков.

Ключевые слова: методы оценки эффективности, метод оценки добавленной стоимости, финансовые потоки, механизм управления.

Введение

Задача рационализации движения финансовых потоков с целью оптимизации затрат в процессах снабжения, производства и распределения требует определенных схем движения и материальных ресурсов, это предполагает непрерывное управление финансовыми потоками, обеспечивающими движение материальных ресурсов, в течение всего периода деятельности организации. При этом требуется уделять внимание: планированию расходов финансовых ресурсов на возмещение логистических затрат и издержек; организации привлечения средств из источников финансирования; контролю прихода денежного возмещения за реализованную продукцию участникам цепи.

Существуют различные подходы согласования движения ресурсопотоков: подбор объемов, стоимости и времени привлечения одних ресурсов под соответствующие параметры других ресурсов. Нередко характеристики материальных потоков принимают за начальные условия, а параметры финансовых потоков рассматривают и

подбирают в зависимости от сложившейся ситуации в системе. В другом случае гибко изменяются параметры финансовых и материальных потоков в зависимости от эффективности финансовых операций, целей управления, влияния внешней и внутренней среды. Управление финансами тесно связано с управлением материальными потоками на всех стадиях процессов. Движение ресурсов изменяется в соответствии с финансовыми параметрами и позволяет своевременно и в полном объеме обеспечивать производственную деятельность ресурсами из оптимальных источников по минимальной цене и повышать устойчивость организации, снижая подверженность внешним воздействиям. На финансовые показатели ориентируются в процессах закупки, поставки, транспортировки, складирования и сбыта, оптимизируя потоковые процессы, выявляют способы и методы сокращения затрат, не ухудшая качество продукции.

Стадия планирования финансирования предполагает выбор из нескольких альтернативных технологий и схем оптимальные, поскольку каждой схеме

соответствуют определенные финансовые потоки. Важно для каждого варианта рассчитать необходимые объемы и сроки привлечения ресурсов, стоимость и возможное время использования источников финансирования, сравнивая варианты по параметрам потоков и показателям финансовых операций.

Рациональность распределения финансовых ресурсов между отдельными звеньями цепи учитывается при выборе оптимальных вариантов движения потоков, сравнивая стоимость ресурсопотоков, организационные и административные расходы, операционные издержки. После составления планов финансирования, уточняют планы движения материальных потоков, корректируя их для оптимизации общих затрат. «Проблемные» места в движении финансовых и материальных потоков возникают в результате ограничений внешней среды (законодательная база, теневой сектор, корпоративные интересы) и требуют особого контроля.

Параметры финансовых потоков и оптимальность их структур могут быть ориентиром в процессе управления движением материальных ресурсов. Выбранные формы и методы расчетов между участниками экономических отношений, привлеченные банковские и финансовые инструменты формируют различные схемы организации потоковых процессов. Потребности организаций, находящихся в звеньях цепи поставок, определяют способы оплаты оказанных услуг и реализованной продукции, договариваясь об условиях реализации логистических операций, таких как: поставка, транспортировка, разгрузка, отгрузка.

Контроль над финансовыми потоками и окружением включает анализ конъюнктуры финансовых рынков (процентные ставки по кредитам и депозитам, рынку корпоративных и государственных ценных бумаг), оценку стоимости и риска источников финансирования, выявление возможных проблем с привлечением ресурсов. Потребность в привлечении дополнительных источников финансирования может произойти вследствие изменения стоимости ресурсов или снижения их числа (при снижении ликвидности может быть принято решение о переходе на самофинансирование и применение внутренних резервов).

Россия не сумеет создать эффективное рыночное хозяйство и достойно войти в глобальную экономику без крупномасштабной

сферы услуг с развитым транспортом, связью, торговлей, финансово-кредитным и страховыми секторами, комплексом деловых услуг и другими отраслями услуг, отвечающими новым требованиям [1]. Сегодня, актуальной задачей является нахождение оптимального сочетания финансовых параметров субъектов локализованных в правовой, экономической, экологической, технической и социальной плоскости [2].

Управление финансовыми потоками

Управление финансовыми потоками – целенаправленное использование финансов для достижения стратегических и тактических задач функционирования системы. Финансовая стратегия – это долгосрочный курс финансовой политики, рассчитанный на перспективу и предполагающий решение крупномасштабных задач участников процесса. В ходе ее разработки прогнозируются основные тенденции развития финансовых отношений с государством и партнерами.

Содержание механизма управления финансовыми потоками многогранно, оно связано с реализацией сложных стратегических и тактических задач. Единство стратегического и тактического управления финансовыми потоками отражается на решении задач, которыми являются: положительные финансовые результаты деятельности; максимизация прибыли, доходов и поступлений; оптимизация структуры капитала и обеспечение финансовой устойчивости звеньев логистической системы; сохранение компании, стабилизация ее финансового состояния; максимизация рыночной стоимости компании (ее имущества).

Стратегия формирует конкретные цели и задачи финансовой деятельности, в рамках которой и принимаются оперативные управленческие решения. Однако, эффект гарантируется не только выбором стратегии, многое зависит от внешних факторов, связанных с состоянием финансового рынка, налоговой и денежно-кредитной политики государства.

В стратегическом отношении управление финансовыми потоками тесно связано с финансовым планированием, касающимся основных параметров деятельности звеньев системы – объема и себестоимости продаж, прибыли и рентабельности, определяющих финансовую устойчивость и платежеспособность.

Решение локальных задач финансовой тактики конкретного этапа развития системы заключается в своевременном изменении способов организации финансовых связей, внесении корректив в финансовые графики приобретения материалов и сырья, минимизации производственных затрат, перераспределении финансов и финансовых потоков в логистической цепи.

Достижение положительных финансовых результатов, соответствующих удовлетворительному уровню, – свидетельство оптимального хозяйствования, умения проявлять осторожность в своих действиях. В рамках данной стратегии компании могут соглашаться даже на невысокий уровень рентабельности производства.

Эффективность деятельности организации зависит во многом от того, рационально ли организовано движение финансового потока. Различают два вида финансовых инструментов: первичная документация (ценные бумаги, задолженность – дебиторская и кредиторская, денежные средства); вторичный инструментарий (форвардные договоры, фьючерсы, валютные свопы и т.д.).

При формировании управления финансовыми потоками используются разные методы: прогнозирование, страхование, системы расчетов, налогообложение, залоговые, трансфертные операции, лизинг, аренда и прочие способы. При этом используются различные приемы – дивиденды, процентные ставки, займы, дисконт и т.д. Управление финансовыми потоками основывается на документации финансового характера: бухгалтерской отчетности, сведениях с валютных, товарных и фондовых бирж, информации финансовых органов и т.д.

Инструментами управления финансовыми потоками являются: финансирование закупок. После подтверждения Покупателем поставки, поставщику выплачивается финансирование в размере 100% от суммы поставки, что фактически равноценно оплате по факту; финансирование исполнения заказов. Финансирование основной деятельности, связанной с подготовкой исполнением заказа покупателя; финансирование поставок с отсрочкой платежа (факторинг с регрессом). Финансирование после поступления информации об отгрузке по электронным каналам; покупка дебиторской задолженности (факторинг без регресса). После отгрузки

товара и продажи дебиторской задолженности поставщик получает денежные средства за товар и списывает дебиторскую задолженность с баланса. Требования к инструментам механизма управления финансовыми потоками: системность; скорость; гибкость; надежность; компьютеризация.

Управление финансовыми потоками предполагает синхронизацию движения потоков реальных активов (закупки, запасы, продажи) и финансовых потоков. В международной классификации Assets Based Finance (ABF), подразделяется на две группы – финансирование дебиторской задолженности (receivables financing) и финансирование под иные виды активов (Asset-based Lending). ABF основывается на философии, которая заключается в том, что сумма займа в первую очередь зависит от стоимости обеспечения, в отличие от других форм финансирования, которые первично основываются на состоятельности и кредитоспособности самого заемщика.

В том случае, если компания испытывает временные финансовые трудности, но при этом обладает хорошей качественной дебиторской задолженностью, инструментарий ABF может решить задачи, связанные с обеспечением компании необходимыми ресурсами. Возникает вопрос о паритете интересов продавца и покупателя. Суть конфликта двух сторон торговых отношений заключается в том, что поставщик и покупатель находятся в разных зонах – поставщику в идеале хочется получить предоплату, а покупателю – отсрочку платежа. Причем на достаточную сумму коммерческого кредита и на длительный срок, чтобы удалось дождаться получения денег конечного покупателя и уже ими расплатиться со своим поставщиком. Каждый из участников торговых отношений стремится максимизировать свой доход и минимизировать издержки, и это стандартная ситуация.

Для решения этого конфликта могут быть использованы инструменты управления финансовыми потоками, которые обеспечивают финансирование закупок сырья, комплектующих и готового товара, исполнение производственных заказов, финансирование поставок на условиях отсрочки платежа, защиту от риска потерь при предоставлении коммерческого кредита. Кроме того, продавая свою дебиторскую задолженность, поставщик может

значительно улучшить качество финансовой отчетности своей организации за счет списания дебиторской задолженности с баланса организации в момент получения финансирования от фактора.

Инструменты управления финансовыми потоками позволяют решать задачи, как поставщиков, так и покупателей. Финансирование закупок предполагает 100% финансирование отгрузок поставщика сразу после подтверждения факта поставки покупателем. Финансирование перед поставкой – финансирование, которое компания-поставщик получает для выполнения заказов покупателей. Выплачивается на срок исполнения заказа. Финансирование для цели пополнения оборотных средств и возможности избежать кассовых разрывов – это финансирование поставщика в размере 90% на основе отгрузочных документов сразу же после поставки.

Величина, источник возникновения и время начала движения финансового потока зависят не только от формы расчетов, предусмотренных в договоре поставки, но и от дополнительных условий платежа, к числу которых относят условия предоставления различных видов скидок покупателям товаров и услуг. Анализ коммерческой практики организаций в нашей стране показывает, что количество предоставляемых скидок достигает более 20 видов, а специфика выполняемых операций, условия поставки товаров и платежа, характера взаимоотношений продавца с покупателем определяют их размер.

При этом действует правило: любая скидка становится экономически целесообразной в случае, когда она становится выгодной для всех участников товарного обмена. Характерным примером применения скидок как инструмента механизма управления финансовыми потоками является так называемый метод «спонтанного финансирования», используемый для ускорения оборачиваемости оборотных средств у организаций-продавцов товаров. Сущность данного метода заключается в досрочной оплате покупки товара покупателем, когда он может воспользоваться определенной скидкой со справочной цены. В случае оплаты товара после указанного срока, но в пределах окончательного срока платежа по договору купли-продажи покупатель выплачивает полную стоимость товара. Вопрос о том, что выгоднее: оплатить покупку

до указанной даты и воспользоваться скидкой (даже путем привлечения заемных средств) или максимально отложить срок платежа и потерять скидку, – в каждом конкретном случае должен решаться индивидуально.

Для определения эффективности применения скидки покупателем необходимо сравнить «цену отказа от скидки» со стоимостью кредита коммерческого банка (и то и другое – на базе годовых процентных ставок), т. е. сопоставить альтернативные издержки покупателя. «Цена отказа от скидки» определяется по формуле:

$$C = ((R/(100-R)*100*(360/(N-T))), \quad (1)$$

где С – цена отказа от скидки, %; R – скидка в процентах, %; N – максимальная длительность отсрочки платежа, дн.; Т – период, в течение которого предоставляется скидка, дн.

Если полученный результат превысит среднюю кредитную ставку коммерческих банков, то выгоднее обратиться в банк за кредитом и оплатить товар в течение льготного периода времени. Эффект управления финансовыми потоками образуется по направлениям: во-первых, сокращение транзакционных затрат по привлечению финансовых ресурсов (сделки авального, акцептного, вексельного кредитов, взаимодействия фокусной компании цепи поставок с финансовой инфраструктурой); во-вторых, сокращение цикла (сделки факторинга и форфейтинга); высвобождение оборотных средств (сделки секьюритизации векселями и складскими свидетельствами расчетов между контрагентами цепи поставок).

Перечисленные инструменты формируют методические основы управления финансовыми потоками; их практическая значимость в том, что они позволяют менеджменту организаций повысить качество управления финансовыми потоками в направлении сокращения затрат и ускорения оборота капитала, являясь важнейшими составляющими финансового механизма управления предприятием.

Финансово-экономический подход в оценке эффективности функционирования механизма управления финансовыми потоками

Финансово-экономический подход основан на выявлении того, какой максимальный доход можно получить при альтернативном использовании финансовых ресурсов, что соответствует содержанию механизма управления финансовыми

потоками. Когда впервые появилась концепция экономических и бухгалтерских издержек, руководители предприятий делали попытки учёта сначала вмененной суммы арендной платы, затем оценки затрат собственного капитала по ставке банковского процента, а позже и еще какой-либо статьи неявных затрат. Однако, в современном управленческом учёте доминируют бухгалтерские затраты.

Концепция экономической прибыли предполагает расчёт в виде вычитания из общей выручки внешних и внутренних издержек. Если общая выручка выше затрат, то предприятие получает экономическую прибыль. Бухгалтерская прибыль превышает экономическую на величину неявных затрат, оцениваемых как затраты отвергнутых возможностей, то есть бухгалтерская прибыль представляет собой сумму прибыли предприятия за минусом затрат, которые предприятие понесло на использование своих ресурсов. Так прибыль предприятия рассчитывается как разница между выручкой и величиной издержек которые понесло предприятие. Поэтому именно экономическая прибыль является главным признаком состоятельности предприятия и эффективности использования своих ресурсов на нужды предприятия. Наличие данной схемы служит дополнительным стимулом для того чтобы предприятие смогло привлечь дополнительные ресурсы, а отсутствие влечет за собой потерю этих самых ресурсов и отток их в другие отрасли экономики.

Рассмотрим функционирование данного механизма принятия решения о выборе способа использования имеющихся в распоряжении у предприятия ресурсов на основе финансово-экономического подхода, предполагающего реализацию механизма оптимизации финансовых потоков предприятия. В рамках реализации финансово-экономического подхода к управлению затратами при расчёте экономической прибыли принимаются во внимание неявные издержки. Тот же вывод можно сделать и при расчёте показателя EVA.

Как показатель эффективности деятельности, показатель EVA учитывает неявные затраты на привлечение капитала, следовательно, можно сделать вывод, что он обладает преимуществом перед показателем бухгалтерской прибыли и основанными на ней показателями. Также можно отметить,

что бухгалтерская отчетность не отражает полной стоимости всех затрат предприятия, так как в составе активов не задействован целый ряд ресурсов, используемых предприятием и приносящих доход. К таким ресурсам можно отнести вложения в НИОКР, в повышение квалификации персонала, вложения, связанные с созданием и продвижением торговой марки, а также затраты, связанные с реорганизацией предприятия. В соответствии с положениями по бухгалтерскому учёту, данные ресурсы относятся к элементам капитала и не признаются активами. Также данные ресурсы не берутся в расчёт при формировании бухгалтерской прибыли, но с позиций стратегического управления и анализа такие ресурсы следует учитывать при определении размера используемого капитала.

Показатель EVA можно определить, как разность между операционной прибылью за вычетом налогов, но до вычета процентов, и произведением средневзвешенной стоимости капитала и величины инвестиций, осуществленных к началу периода.

Формула для расчёта показателя EVA в общем виде выглядит следующим образом:

$$EVA_t = NOPAT_t - C_t \times WACC = NOPAT - CC,$$

где NOPAT (Net Operating Profit After Tax) – чистая прибыль; C (Capital) – операционный капитал компании; WACC (Weighted Average Cost of Capital) – средневзвешенная стоимость капитала; CC (Cost of Capital) – стоимость использования капитала.

Сумма задолженности перед учредителями, применяемая для приобретения чистых операционных активов организации, которые представляют собой сумму чистых операционных оборотных активов и остаточной стоимости зданий и оборудования – это операционный капитал. Операционные активы по определению приравниваются капиталу, который используется для их приобретения.

Стоимость использования капитала определяется на основе минимальной прогнозируемой ставки доходности. Стоимость всегда носит элемент субъективности, который в данном случае выражается в WACC, в части определения требований к доходности собственного капитала.

NOPAT рассчитывается по следующей формуле:

$$NOPAT = EBIT \times (1 - T), \quad (2)$$

где EBIT-прибыль до уплаты процентов и налогов, сформированная за счёт собственного и заёмного капитала одновременно; T – ставка налога на прибыль.

Формула для расчёта показателя WACC выглядит следующим образом:

$$WACC = (q_1 * r_1 + q_2 * r_2) * 100\% \quad (3)$$

где, LC – средний заёмный капитал за период; EC – средний собственный капитал за период; r1 – альтернативная стоимость собственного капитала; r2 – стоимость заёмного капитала.

Для расчёта показателя WACC можно представить следующую формулу:

$$WACC = (g_1 r_1 + g_2 r_2), \text{ если } r_1 = g_1, \text{ а } r_2 = g_2 \quad (4),$$

где g1 – доля собственного капитала в структуре источников финансирования затрат; g2 – доля заёмного капитала в структуре источников финансирования затрат.

Spread доходности, то есть значение (ROIC – WACC), позволяет оценить относительную эффективность применения капитала, то есть найти, эффективно либо неэффективно используется капитал на предприятии по сравнению с практикой производственной деятельности. Таким образом, оценка хозяйственной деятельности компании производится исходя из убеждений упущенной выгоды, которая утрачена в ходе выбора альтернативного варианта применения капитала компании согласно с принципом ограниченности ресурсов. Адекватная аналитическая модель компании должна учесть упущенную выгоду в виде неявного компонента расходов, не получившего отражения при расчёте показателя бухгалтерской прибыли [3].

Как мы видим, концепция EVA базируется на бухгалтерских категориях, но разрешает трансформировать учётные характеристики в финансовые средства проведения корректировок величины чистой прибыли после налогообложения и инвестированного капитала в целях оптимизации финансовых потоков. Концепция EVA предлагает учитывать в составе инвестированного капитала не только заёмный и собственный капитал, но помимо прочего ресурсы, именуемые «эквивалентами собственного капитала» [3]. Эквиваленты собственного капитала (Equity Equivalents) – вложения в нематериальные активы, то есть в создание человеческого, информационного и организационного капитала, например, в создание марки, которая в бухгалтерском

учёте отражается как расходы. Так как прибыль компании генерируется активами, то она должна подходить им, и поэтому корректироваться должен не только капитал, но и сама прибыль в части изменений, стимулированных «неучтенным» капиталом за определённый период.

Существует две позиции сравнительно потребности применения корректировок капитала и прибыли компании при расчёте EVA [3]: одни специалисты [4] считают, что внесение исправлений бессмысленно, другие авторы [5] считают, что следует использовать максимально возможное число «эквивалентов собственного капитала».

Использование корректировок усложняет расчёт показателя EVA и увеличивает риск появления проблем в ходе применения этой концепции, корректировки отчётности, приводящие к увеличению значения показателя, вызывают сомнения акционеров, финансовых аналитиков и кредиторов. Кроме того, может возникнуть ситуация, когда применение корректировок оказывает незначительное воздействие на итоговое значение EVA [3]. Таким образом, использование корректировок может принести дополнительный субъективизм в расчёты и не отразить настоящей рыночной ситуации, поэтому для снятия определённой субъективности необходимо оценивать ежегодный прирост показателя EVA, а не абсолютное его значение [6], что позволит управлять финансовыми потоками предприятия.

Промышленному предприятию в масштабах проведения мероприятий по реструктуризации, а именно смены организационно-правовой формы в случае слияния нескольких компаний, следует применить в качестве корректировки затраты на реструктуризацию, кроме того, имея в своём составе конструкторские бюро, занимающиеся научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками, подобным компаниям необходимо учесть затраты на НИОКР, не давшие позитивных результатов, в составе эквивалентов собственного капитала. В случае, если показатель EVA равен нулю, данное должно быть расценено как своего рода достижение, так как акционеры заработали отдачу, покрывающую риск. О неэффективном использовании капитала говорит отрицательное значение EVA, тогда как положительное говорит о том, что компания создаёт стоимость, получая отдачу инвестированного капитала,

характеризующуюся превышением затрат на его привлечение. Таким образом, управление экономической добавленной стоимостью заключается в обеспечении устойчиво неотрицательного значения показателя EVA [5].

Отталкиваясь от характера поведения показателя EVA, являющегося вектором, определяющим поведение владельцев компании по отношению к вложению средств в данное предприятие, может быть 3 следующих варианта развития действий: а) нулевое значение показателя EVA, $WACC=ROI$, рыночная стоимость компании равна балансовой стоимости чистых активов. Собственник точно также выигрывает как от направления средств на развитие данной компании, но и от инвестиции их, к примеру, в банковские депозиты; б) $EVA>0$, имеет место прирост рыночной стоимости компании, сравнивая с балансовой стоимостью чистых активов, что гласит о том, что владельцу прибыльно продолжать вкладывать средства в предприятие; в) $EVA<0$, происходит сокращение рыночной стоимости компании, собственник теряет альтернативную доходность и, в соответствии с этим, вложенный в предприятие капитал. Так, EVA, определяя линию поведения владельцев компании, обращает финансовые ресурсы инвесторов в предприятие либо, напротив, содействует их оттоку на иные объекты с наиболее высоким показателем доходности.

Заключение

Таким образом, для управления действиями владельцев по инвестированию средств целесообразно создавать проектирование и прогнозирование будущих значений EVA, управляя финансовыми потоками. В управлении финансовыми и материальными потоками необходимо последовательно включать источники финансирования, определить порядок распределения поступающих ресурсов, узких мест движения потоков [7].

В ходе решения задач управления при помощи EVA появляется проблема определения соотношения прибыльности компании и необходимого роста бизнеса. Это объясняется тем, что высокое значение EVA предполагает понижение затрат и на этой основе высокий показатель прибыльности компании. Высокий темп роста компании, наоборот, предполагает большие объемы затрат и рассредотачивание полученной прибыли на расширение производства. Таким образом, чем быстрее вырастает бизнес, тем

ниже будет показатель EVA. Для решения данной проблемы нужно провести квалифицированный расчет допустимых границ показателя EVA. При принятии стратегии роста на протяжении определённого временного отрезка можно наблюдать отрицательное значение показателя EVA, однако в этот период не следует допускать утраты конкурентоспособности и устойчивости компании.

Таким образом, EVA представляет из себя довольно важный финансовый показатель, позволяющий сосредоточить внимание на приоритетных направлениях становления и на данной основе выстроить финансовый механизм управления расходами. Но, как и любому иному инструменту, концепции EVA присущи свои плюсы и недочеты.

Достоинства EVA-подхода в финансовом механизме управления расходами состоит в следующем: а) показатель EVA базируется на количественной оценке эффективности распределения финансовых ресурсов по составляющим затрат; б) порядок расчёта показателя EVA предусматривает неявные затраты, позволяющие обнаружить операционные и финансовые риски компании; в) исправления, вносимые в расчёт показателя EVA, дают возможность избежать расхождений между финансовой отчётностью и настоящим положением дел; г) концепция EVA даёт возможность менеджеру найти изменение стоимости компании посредством сопоставления значений показателя EVA до и после реализации производственного цикла; д) EVA является финансовым показателем, позволяющим менеджеру брать на себя решения как на этапе планирования, формирования затрат, так и в ходе работы компании.

Имеет EVA-подход и недочеты: а) в системе используются исключительно финансовые показатели, что приводит к недооценке знаний сотрудников, информационных технологий, корпоративной культуры; б) достаточно трудоёмки расчёты, что вызвано потребностью проведения корректировок показателей финансовой отчетности; в) тяжело решиться, например, на закупку оборудования, без проведения промежуточных расчётов, что стимулирует использовать концепцию EVA вместе с иными инструментами управления; г) зависимость вознаграждения и показателя EVA может привести к тому, что менеджеры будут брать

на себя решения, нацеленные на получение в краткосрочном периоде быстрой выгоды; д) ориентация осуществляется в основном на краткосрочную перспективу (реализацию 1-го производственного цикла), но не на долгосрочную; е) значение показателя EVA существенно зависит от начальной оценки инвестированного капитала; созданная финансовая добавленная стоимость высокая, в случае если она занижена, если низкая, то, напротив, завышена [8].

Перечисленные недочеты не снижают ценности концепции EVA в финансовом механизме управления затратами, так как этот подход разрешает концентрировать внимание на приоритетных направлениях стратегического управления, четко формулировать стратегические цели в масштабах финансового аспекта, воспринимать обоснованные финансовые решения в начале производственного цикла, а также в ходе его реализации. Внедрение концепции EVA позволяет ввести систему постоянных улучшений с последующим использованием прогрессивных инструментов управления финансовыми потоками. По расчётам специалистов, компании, внедряющие EVA и иные её модификации, показывают увеличение оборота в среднем на 10 %, прибыльность для собственников на 40 % [8]. Концепция EVA использовалась для оценки стоимости бизнеса как показатель эффективности деятельности хозяйствующего субъекта, но исключительно недавно её начали применять в виде инструмента управления затратами, позволяющего уменьшить издержки, а также выявить непроизводительные затраты, не приносящие добавленной стоимости. Следовательно, имеется возможность говорить о финансовом механизме управления затратами на основе теории EVA (EVA-based cost management, EVA-BCM, EBCM), представляющая систему финансового управления, содержащую единую базу для принятия решений и позволяющую формировать, наблюдать, вести и оценивать принимаемые решения в ключе добавления стоимости при оптимизации финансовых потоков.

Библиографический список

1. Хаирова, С.М. Внедрение интегрированных моделей оптимизации цепей поставок и формирование логистического сервиса в транспортных системах / С.М. Хаирова // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 4 (32). – С. 163-170.

2. Хаиров, Б.Г. Ценообразование в российских отраслевых логистических сетях в условиях частно-государственного сотрудничества / Б.Г. Хаиров // РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. – 2014. – № II. – С. 117-122.

3. Осипов, М.А. Концепция экономической добавленной стоимости в финансовом управлении российских компаний: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.10 / М.А. Осипов. – М., 2004. – 125 с.

4. Ray, R., Russ T. Economic Value Added: Theory, Evidence, A Missing Link. *Journal of Applied Corporate Finance*, 2001. no 1.

5. McIntyre, E. Accounting choices and EVA. *Business Horizons*, 1999. no 1.

6. Щербакова, О. Методы оценки и управления стоимостью компании, основанные на концепции экономической добавленной стоимости / О. Щербакова // Финансовый менеджмент. – 2003. – № 3. – С. 105-121.

7. Лапыгин, Ю. Управление затратами на предприятии. Планирование и прогнозирование, анализ и минимизация затрат: практ. руководство / Ю. Лапыгин, Н. Прохорова. – М.: Эксмо, 2007. – 102 с.

8. Biryukov V.V., Romanenko E.V., Khairov B.G., Khairova S.M. Optimization of Financial Flows of the Enterprise based on Logistical Approach. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 9(14). April 2016.

QUANTITATIVE METHODS FOR EVALUATING THE PERFORMANCE MECHANISM OF MANAGEMENT OF FINANCIAL FLOWS

S.M. Khairova, B.G. Khairov

Abstract. The article identifies factors rationalization of financial flows. Considered the content of the control mechanism of financial flows. The content of the financial and economic approach based on identifying what the maximum income can be obtained by alternative use of financial resources, which corresponds to the content of cash flow management mechanism. It was determined that the EVA theory, allows you to create, monitor, guide and evaluate decisions in the key value-adding in the optimization of financial flows.

Keywords: methods of performance evaluation, method of assessing the added value, financial flows, the control mechanism.

References

1. Hairova S.M. Vnedrenie integrirovannyh modelej optimizacii cepej postavok i formirovanie logisticheskogo servisa v transportnyh sistemah / S.M. Hairova [Introduction of the integrated models of optimization of chains of deliveries and formation of logistic service in transport systems]. *Vestnik SibADI*, 2013, no 4 (32). pp. 163-170.

2. Hairov B.G. Cenoobrazovanie v rossijskih otraslevykh logisticheskikh setjah v uslovijah chastno-gosudarstvennogo sotrudnichestva [Pricing in the Russian branch logistic networks in the conditions of public and private cooperation]. *RISK: Resursy*.

Informacija. Snabzhenie. Konkurencija, 2014, no II. pp. 117-122.

3. Osipov M.A. *Koncepcija jekonomicheskoj dobavlennoj stoimosti v finansovom upravlenii rossijskih kompanij: avtoref. dis. kand. ekon. nauk* [The concept of an economic value added in financial management of the Russian companies]. Moscow, 2004. 125 p.

4. Ray, R., Russ T. Economic Value Added: Theory, Evidence, A Missing Link. *Journal of Applied Corporate Finance*, 2001. no 1.

5. McIntyre, E. Accounting choices and EVA. *Business Horizons*, 1999. no 1.

6. Serbakova O. *Metody ocenki i upravlenija stoimost'ju kompanii, osnovannye na koncepcii jekonomicheskoj dobavlennoj stoimosti* [The methods of an assessment and management of the cost of the company based on the concept of an economic value added]. *Finansovyj menedzhment*, 2003, no 3. pp. 105-121.

7. Lapygin J.U., Prohorova N. *Upravlenie zatratami na predpriyatii. Planirovanie i prognozirovanie, analiz i minimizacija zatrat: prakt. Rukovodstvo* [Management of expenses at the enterprise. Planning and forecasting, analysis and minimization of expenses]. Moscow, JEKsmo, 2007. 102 p.

8. Biryukov V.V., Romanenko E.V., Khairov B.G., Khairova S.M.. *Optimization of Financial Flows of the Enterprise based on Logistical Approach*. Indian

Journal of Science and Technology, Vol 9(14). April 2016.

Хаирова Саида Миндуалиевна (Россия, Омск) – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление качеством и производственными системами» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644050, г. Омск, пр. Мира д.5, e-mail: saida_hairova@mail.ru).

Хаиров Бари Галимович (Россия, Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы и кредит», заместитель директора по научной работе Омского филиала Финансового университета при Правительстве РФ, (644001, г. Омск, ул. Масленичкова, д.43, e-mail: hairrov@bk.ru).

Khairova Said Mindualievna (Russian Federation, Omsk) – doctor of economics sciences, professor, of The Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI) (644050, Omsk, Mira, 5, e-mail: saida_hairova@mail.ru).

Khairov Bari G. (Russian Federation, Omsk) – candidate of economics sciences, Associate Professor of "Finance and Credit", Deputy Director for Research of the Omsk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation (644001, Omsk, Maslennikov, d.43, e-mail: hairrov@bk.ru).

УДК 656.078

ИНТЕГРАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА, ЕГО ФОРМЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТА

Л.В. Эйхлер, А.А. Демиденко
ФГБОУ ВО СибАДИ, Россия, г. Омск.

Аннотация. *Статья посвящена исследованию вопросов интеграционного взаимодействия хозяйствующих субъектов автомобильного транспорта с учетом теории самоорганизации. В статье обосновывается, что интеграция, с одной стороны, выступает объективным процессом, а с другой стороны является результатом сознательных управленческих решений руководителей автотранспортных предприятий при определяющей роли мотивационного фактора. Мотивы интеграции выражаются через направления деятельности объединений самоорганизации, посредством которых автотранспортные предприятия имеют возможность потенциального сокращения основных и накладных затрат. Предложен подход к оценке результатов их интегрированного взаимодействия.*

Ключевые слова: *грузовой автотранспортный комплекс, экономическое взаимодействие, объединения самоорганизации, хозяйствующие субъекты автомобильного транспорта, интеграция, теория синергетики.*

Введение

Тенденции экономического развития рынка грузовых автотранспортных услуг последнего десятилетия характеризуются процессами организационной активности хозяйствующих субъектов автотранспортного

бизнеса (независимо от организационно-правовой формы и формы собственности), проявляющуюся в их экономической интеграции [1].

Всеобщий характер интеграционных процессов, происходящих не только на рынке

грузовых автотранспортных услуг, но и в других отраслях экономики, связан, прежде всего, с тем, что интеграция – это одна из сторон любого процесса развития, заключающаяся в объединении в целое ранее разнородных частей и элементов. Процессы интеграции проявляются как в рамках уже сложившейся системы (в этом случае ведут к повышению ее целостности и организованности), так и при формировании новой системы из ранее не связанных элементов [2]. В ходе процессов интеграции в системе увеличивается объем взаимосвязей и взаимодействий между ее элементами, в частности, надстраиваются новые уровни управления [3].

Поэтому под интеграцией обычно понимается процесс [4]: производственного и технологического объединения предприятий; углубления их взаимодействия и развития разносторонних связей между ними; эффективного совместного использования ресурсов и потенциала каждого участника взаимодействия; оказания финансовой, организационной и имущественной поддержки друг другу; создания благоприятных условий осуществления совместной предпринимательской деятельности.

Экономическая интеграция, Е.Ф. Злобинаым [5] определяется как «... форма объединения хозяйственной деятельности, прогресс взаимодействия и сотрудничества между различными организационными структурами, направленный на улучшение использования их производственного потенциала на началах взаимной заинтересованности».

Сегодня весьма актуальнее становится изучение возможности повышения конкурентоспособности субъектов авторских услуг на основе использования эффектов интеграции, которая характеризуется тем, что осуществляется «снизу» и определяется такими обстоятельствами как [6]: стремление к заполнению институционального вакуума в структуре народного хозяйства в связи со снижением эффективности государственного воздействия на деятельность перевозчиков; недостаточная реализация управленческих функций в системе управления автотранспортной отраслью; отсутствие соответствующей законодательной и нормативной базы федерального и регионального уровней по формированию цивилизованного рынка автотранспортных услуг; стремление транспортных предприятий к созданию более благоприятных условий

функционирования и снижению затрат при осуществлении своей деятельности.

Организационно-правовые формы объединений самоорганизации

На сегодняшний день в РФ наиболее популярными организационно-правовыми формами объединений самоорганизации хозяйствующих субъектов грузового автотранспортного комплекса (ГАТК) являются союзы, ассоциации, некоммерческие партнерства и саморегулируемые организации.

Представители ГАТК формируют объединения самоорганизации на местном (региональном) уровне, создавая объединения в рамках одного административного субъекта РФ (НП «АСМОР», НП «Автоперевозчик», НП «Ассоциация добровольных экспедиторов», НП «Региональная транспортная ассоциация» и др.), и на федеральном уровне, приобретая статус межрегиональных объединений («Российский автотранспортный союз», НП «Транспортно-экспедиционных компаний «Межавтотранс», МОО «Союз автоперевозчиков и экспедиторов Северо-Запада» и др.). Помимо регионального принципа, формирование объединений самоорганизации субъектов автотранспортной деятельности осуществляется и на основе отраслевой принадлежности. Так ряд объединений самоорганизации включают только автотранспортные организации и предприятия и являются узкоотраслевыми. Объединения самоорганизации, состоящие из перевозчиков различных видов транспорта, а также объединений и предприятий, функционирующих в смежных с автотранспортной отраслью областях, выпускающих продукцию и оказывающих услуги для транспортных организаций, а также учебных заведений и научно-исследовательских институтов, транспортных организаций зарубежных стран, СМИ, можно определить как межотраслевые. Существуют и такие объединения, членами которых являются одновременно организации различных смежных с автотранспортом отраслей и перевозчики различных регионов (ОО «Межотраслевой союз транспортников и предпринимателей», НО «Союз автотранспортных предпринимателей Свердловской области», НП «Курганский областной Союз автотранспортных предприятий и предприятий дорожного комплекса «Кургандортранс» и др.). Такие объединения имеют федеральный уровень и

являются межотраслевыми и межрегиональными одновременно.

Таким образом, взаимодействие между автотранспортными предприятиями и индивидуальными предпринимателями автотранспортной отрасли в современных условиях хозяйствования становится все более кооперативным и когерентным. Их стремление к созданию более благоприятных условий функционирования в связи с постоянно возрастающим конкурентным давлением и динамично меняющейся средой, а также возможного решения с их помощью определенного круга производственно-хозяйственных задач, делает привлекательным объединения

самоорганизации для субъектов автотранспортной деятельности.

Направления деятельности объединений самоорганизации

Все направления деятельности объединений самоорганизации, выявленные в процессе анализа официально опубликованных внутренних документов (уставов) объединений хозяйствующих субъектов автотранспортного бизнеса различных организационных форм, можно сопоставить с мотивами интеграции, ориентируясь на которые хозяйствующие субъекты автотранспортной деятельности и стремятся к экономической интеграции (табл.1).

Таблица 1 – Деятельность современных объединений самоорганизации в России по направлениям

Деятельность	Направления деятельности	Мотивы
Финансово-экономическая	Создание благоприятных условий обеспечивающих обновление парка транспортных средств за счет содействия в получении банковских кредитов. Совершенствование экономических отношений между ГАТП и клиентурой.	Улучшение условий получения банковских кредитов и лизинга на более мягких условиях. Получение преференций АТП.
Кадровая	Содействие в организации мероприятий по профессиональному обучению и повышению уровня квалификации водителей и специалистов ГАТП	Повышение профессионализма кадрового состава ГАТП.
Научно-методическая	Сбор статистических данных автомобильного транспорта и проведение маркетинговых исследований	Получение более оперативной, достоверной и точной информации по актуальным вопросам перевозочной деятельности и потребностям клиентов
Организационная	Организация и проведение издательской и полиграфической деятельности, выпуск и распространение печатной продукции и других СМИ (в том числе электронных)	Обеспечение методическими и научными материалами по вопросам автотранспортной деятельности
Консультационная	Содействие в подготовке, организации и проведении выставок, конференций, круглых столов, симпозиумов	Связь и обмен профессиональной информацией и опытом с участниками автотранспортного рынка
Нормативно-правовая	Юридическая, техническая, логистическая, организационная помощь	Повышение информированности ГАТП в различных областях
Нормативно-правовая	Содействие органам законодательной и исполнительной власти в совершенствовании существующей законодательно-правовой и нормативной базы, регламентирующей основные направления транспортной деятельности	Защита интересов участников автотранспортного рынка самими участками. Появление у перевозчиков легальной возможности воздействовать на нормотворчество.
Рекламная	Проведение мероприятий по связи со СМИ и общественностью. Содействие повышению социально-профессиональной престижности грузового автомобильного транспорта.	Увеличение степени потребительского доверия к участникам объединения. Повышение престижа и деловой репутации членов объединения.

Проведенные исследования [6] выявили, что посредством совместной работы в рамках направления «финансово-экономическая деятельность» объединений самоорганизации хозяйствующие субъекты ГАТК добиваются более благоприятных условий снабжения (получения ценовых скидок, улучшения условий платежей, поставок и обслуживания) за счет повышения эффективности работы с поставщиками (усиление позиций в переговорах), в связи с чем возникает улучшение положения предприятия на рынке по отношению к сильным поставщикам и появляется дополнительный рычаг снижения закупочных цен (сокращение материальных затрат).

В рамках кадровой деятельности объединений самоорганизации осуществляется проведение специальных курсов по подготовке, переподготовке, повышению квалификации, обучению и аттестации, что позволяет ГАТП повышать профессиональный уровень как технического, так и управленческого персонала. Это в итоге способствует как снижению потерь, вызванных кадровым непрофессионализмом, так и позволяет экономить на обучении сотрудников, сокращая кадровые затраты.

Благодаря исследовательской и научно-методической деятельности объединений самоорганизации хозяйствующим субъектам ГАТК удается облегчить процесс поиска информации о потребностях клиентов, снижать трудовые и материальные потери, вызванные неполнотой и несовершенством информации по исследованию конъюнктуры рынка, логистическому и маркетинговому исследованиям, сбору и обработке информации, что в конечном итоге позволяет сократить информационные затраты.

Деятельность объединений самоорганизации облегчается процесс установления деловых контактов, хозяйственных связей и ведение деловых переговоров между хозяйствующими субъектами автотранспортного бизнеса, что в конечном итоге проявляется через сокращение коммуникационных затрат. Данное направление реализуется через организацию и проведение семинаров, выставок, деловых встреч, круглых столов, инициирования обсуждения транспортных проблем в рамках соответствующих деловых форумов.

В рамках объединений самоорганизации осуществляется обеспечение юридической, технической, логистической, организационной помощи, а также консультационная

поддержка по актуальным вопросам перевозочной деятельности и проблемам организации бизнеса о новшествах в области управленческих, логистических и иных технологий, о статистических показателях отрасли и тенденциях развития транспортного рынка, а также о недобросовестных конкурентах и партнерах. Консультационная деятельность, проводимая объединениями самоорганизации, дает возможность хозяйствующим субъектам автотранспортного бизнеса, входящим в ее состав, сокращать такие накладные затраты, как консультационные.

Немаловажную роль играют возможности, связанные с обеспечением конкурентных преимуществ, который возрастают при реализации политики интеграции. При этом потенциал конкурентоспособности не отождествляется с показателями текущей прибыли, а рассматривается как комплекс факторов, гарантирующих дополнительные возможности участия в объединениях. Речь идет о защите интересов перевозчиков на российском и (или) международном рынках автотранспортных услуг, координация их усилий в деле расширения деловой активности, недопущение между ними недобросовестной конкуренции. Предоставление и защита общих экономических и социальных интересов перевозчиков в органах государственной власти, органах управления, международных организациях и объединениях, коммерческих и некоммерческих организациях. Обеспечение конкурентного преимущества проявляется и в усилении потребительского доверия (благоприятный общественный имидж), поскольку потребители, в надежде на большую порядочность, склонны работать с более стабильными организациями, имеющими репутацию. Примером такого интереса является создание и использование «товарного знака», который закрепляет за объединением позицию ответственного участника грузового автотранспортного рынка, обладающего высоким профессионализмом и заслуженной деловой репутацией. Увеличение потребительского доверия носит качественный характер, но в конечном итоге может проявляться в увеличении объемов и рентабельности продаж.

Выражение направлений деятельности через экономические интересы ГАТП

Обозначенные направления деятельности отражают экономические интересы ГАТП прямого и косвенного характера (табл. 2).

Таблица 2 – Экономические интересы ГАТП

прямого характера	Сокращение материальных затрат		основные затраты	
	Сокращение кадровых затрат			накладные затраты
	Сокращение информационных затрат			
	Сокращение коммуникационных затрат			
косвенного характера	Сокращение консультационных затрат			
	Представление и защита прав и интересов			
	Создание благоприятного общественного имиджа			

Интересы прямого характера проявляются в возможности сокращать основные и накладные затраты. С точки зрения экономической теории основными считаются затраты, связанные непосредственно с процессом перевозки грузов, т.е. без которых процесс перевозки не может осуществляться. Накладными называются затраты, связанные с организацией, управлением и обслуживанием перевозочного процесса.

Интересы косвенного характера проявляются опосредованно, через качественные характеристики функционирования объединения.

Сокращение основных и накладных затрат выражается в прямых показателях, оценивающих возможности объединений самоорганизации. Возможность сокращения данных затрат отражает экономическую составляющую общего эффекта ГАТП от участия в объединениях самоорганизации, которую можно выразить в виде формулы:

$$\mathcal{E}_{АТП}^{0,3} = \sum_{j=1}^n (P_{o_j} - P_{n_j}) \cdot Q_j, \quad (1)$$

где P_{o_j} – стоимость j -го материального ресурса до пребывания в объединении самоорганизации; P_{n_j} – стоимость j -го материального ресурса в период пребывания в объединении самоорганизации; Q_j – количество j -го материального ресурса, шт.; n – количество используемых материальных ресурсов.

Экономическая составляющая общего эффекта ГАТП от экономии на накладных расходах может быть определена по формуле:

$$\mathcal{E}_{АТП}^{н.э.} = \Delta W_i + \Delta W_k + \Delta W_m + \Delta W_q, \quad (2)$$

где ΔW_i – потенциал экономии на консультационных затратах, руб.;

$$\Delta W_i = 3i1 - 3i2, \quad (3)$$

где $3i1, 3i2$ – затраты ГАТП на получение i -го направления консультации до и в период пребывания в объединении самоорганизации; ΔW_k – потенциал экономии на кадровых

затратах, руб.;

$$\Delta W_k = 3k1 - 3k2, \quad (4)$$

где $3k1, 3k2$ – затраты ГАТП на организацию k -го направления, связанного с изменением профессионального уровня кадрового состава, до и в период пребывания в объединении самоорганизации; ΔW_m – потенциал экономии на мониторинговых затратах, руб.;

$$\Delta W_m = 3m1 - 3m2, \quad (5)$$

где $3m1, 3m2$ – затраты ГАТП на проведение m -го направления маркетинговых мероприятий до и в период пребывания в объединении самоорганизации; ΔW_q – потенциал экономии на установление и поддержание коммуникационных связей, руб.;

$$\Delta W_q = 3q1 - 3q2, \quad (6)$$

где $3q1, 3q2$ – затраты ГАТП на установление и поддержание q -го направления коммуникационных мероприятий до и в период пребывания в объединении самоорганизации.

Исходя из представленных выше формул, экономическую составляющую общего эффекта ГАТП можно выразить в виде суммы экономии от основных и накладных расходов:

$$\mathcal{E}_{АТП}^{экон} = \mathcal{E}_{АТП}^{0,3} + \mathcal{E}_{АТП}^{н.э.}, \quad (7)$$

Точный размер экономического выгоды, получаемой каждым хозяйствующим субъектом ГАТК в отдельности, корректно может быть определен только при сравнении показателей финансово-хозяйственной деятельности «до» и «после» вступления в объединение самоорганизации. Такая ситуация связана с различными факторами, оказывающими воздействие на объединения и проявляющимися непосредственно в процессе их функционирования.

Что касается косвенных экономических интересов, то стоит учитывать, что их оценивать значительно сложнее, чем прямые, а прогнозировать наперед – практически невозможно. Для того, чтобы привести косвенный интерес к количественным (а впоследствии и к

финансовым) показателям, требуется достаточно кропотливая аналитическая работа – выявление качественных улучшений, четкая привязка их к реализованным решениям, нахождение обратной диалектической формулы – «перехода качества в количество» и т.п.

Экономические интересы прямого и косвенного характера являются теми совокупными эффектами, которые генерируются в результате взаимодействия хозяйствующих субъектов автотранспортного бизнеса и которые не были характерны для каждого отдельно взятого предприятия. Взаимосвязанные и оттого усиливающие действия друг друга результаты их экономической интеграции порождают качественно новый уровень развития ГАТП, поэтому результирующий эффект от их взаимодействия необходимо рассматривать как синергетический эффект [7].

В данном контексте понятие «синергия» – преимущество от совместной деятельности или от объединения каких-либо элементов, достигаемое в том случае, если результативность (эффективность) образовавшегося цельного превышает результативность всех элементов по отдельности [4]. А под синергетическим эффектом понимают возрастание эффективности деятельности в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет так называемого системного эффекта [8, 9].

Синергетический подход к исследованию интеграционных процессов является наиболее актуальным, поскольку хозяйственные, финансовые и информационные взаимодействия ГАТП имеют свои особенности и требуют развития нового методологического подхода к решению проблемы рационального управления на уровне конкретного бизнеса и на уровне формирующейся интегрированной системы в целом. Синергетический подход выявляет условия, при которых система становится способной к самоорганизации [4].

Синергетический эффект имеет место, когда новая система, образованная в результате слияния каких-либо других частей (систем) начинает генерировать качественно новые свойства, которыми не обладали прежние системы до их объединения в единую систему. Вероятность возникновения синергетического эффекта повышается с увеличением темпов развития рынка автотранспортных услуг. Кроме того, синергетический эффект не тождественен

экономическому, поскольку является результатом проявления нового качества. Таким образом, синергетический эффект – это проявление свойства эмерджентности или целостности системы, которое проявляется в системе в виде возникновения у нее новых интегрированных качеств, не свойственных ее отдельным элементам.

Заключение

Таким образом, объединения самоорганизации образуются вследствие того, что хозяйствующие субъекты автотранспортного бизнеса на добровольных началах взаимодействуют между собой, кооперируя свою научно-техническую, информационную, консультационную и другие виды деятельности. И, безусловно, взаимодействие хозяйствующих субъектов, как и любое другое взаимодействие, требует определенного организационного оформления, которое может или оказывать содействие расширению экономических контактов, или сдерживать предпринимательскую инициативу, если организационная форма самоорганизации не отвечает экономическому содержанию интеграции. Таким организационным оформлением должны являться: социальные нормы, позволяющие достигнуть согласованности действий; законодательные нормы, позволяющие функционировать в рамках правового поля; экономические нормы, позволяющие достигнуть наибольшей экономической эффективности от совместной деятельности [7].

Что касается методологии оценки эффективности интеграционных процессов среди хозяйствующих субъектов автотранспортного бизнеса, то она должна разрабатываться не только на основе синергетического подхода, но и с учетом органического сочетания экономических и социальных, качественных и количественных оценок, процессных и результативных характеристик взаимодействия участников объединения самоорганизации.

Библиографический список

1. Эйхлер, Л.В. Теоретическое осмысление интеграционных процессов на транспорте (на примере автомобильного транспорта) / Л.В. Эйхлер // Вестник Томского. гос. ун-та. – 2012. – № 365. – С. 125–132.
2. Эйхлер, Л.В. Методологические основы интеграции на автомобильном транспорте: Монография / Л.В. Эйхлер. – Омск: СибАДИ, 2008. – 192 с.
3. Басова, А.В. Саморегулируемые организации как субъекты предпринимательского

права: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.03 / А.В. Басова; Моск. гос. юрид. акад. – М., 2008. – 218 с.

4. Якупов, А.П. Моделирование эффективного управления интеграцией субъектов малого и среднего бизнеса в экономический комплекс крупного промышленного предприятия: Автореф. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А.П. Якупов; УГУ. – Ижевск, 2010. – 24 с.

5. Злобин, Е.Ф. Агропромышленная интеграция в условиях рыночной экономики. Региональный аспект / Е.Ф. Злобин. – М.: АгриПресс, 2003. – 365 с.

6. Демиденко, А.А. Модернизация системы управления грузовым автотранспортным комплексом в условиях развития процессов самоорганизации: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А.А. Демиденко; СибАДИ. - Омск, 2012. – 175 с.

7. Логинова, И.А. Развитие рынка грузовых автотранспортных услуг на основе взаимодействия участников: Автореф. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / И.А. Логинова; СПбГИЭУ. – СПб, 2012. – 40 с.

8. Садриев, Д.С. Управление грузовым автотранспортным комплексом. Системно-синергетический подход / Д.С. Садриев. – СПб.: СПбГИЭА, 1999. – 198 с.

9. Борисов, А.Б. Большой экономический словарь / А.Б. Борисов. – М.: Книжный мир, 2001. – 680 с.

INTEGRATION INTERACTION OF MANAGING SUBJECTS ROAD TRANSPORT, FORMS AND DETERMINATION OF EFFECT

V.L. Eichler, A.A. Demidenko

Abstract. The article investigates the evaluation of integration interaction of managing subjects of road transport, taking into account the theory of self-organization. The article explains that the integration on the one hand, acts as an objective process, and on the other hand is the result of conscious management decisions leaders trucking companies when defining the role of motivational factors. The motives are expressed in terms of integration activities of organizations of self-organization, by means of which road transport companies have the ability to reduce the potential of basic and overhead costs.

Keywords: freight trucking complex, economic cooperation, self-organization, economic agents road transport, integration, theory of synergetic.

References

1. Eichler L.V. Teoreticheskoe osmyslenie integracionnyh processov na transporte (na primere avtomobil'nogo transporta) [Theoretical research of processes of integration in transport]. *Vestnik Tomskogo gos. un-ta*, 2012, no 365. pp. 125–132.

2. Eichler L.V. *Metodologicheskie osnovy integracii na avtomobil'nom transporte* [Methodological bases of integration in road transport]. Омск, СибАДИ, 2008. 192 p.

3. Basova A.V. *Samoreguliruyemye organizacii kak sub'ekty predprinimatel'skogo prava dis. kand. jurid. nauk* [Self-regulatory organizations as subjects of business law: dis. cand. jurid. sciences]. Моск. гос. юрид. акад, Moscow, 2008. 218 p.

4. Jakupov A.P. *Modelirovanie jeffektivnogo upravlenija integraciej sub'ektov malogo i srednego biznesa v jekonomicheskij kompleks krupnogo promyshlennogo predpriyatija: Avtoref. kand. jekon. nauk* [Modeling effective management of the integration of small and medium-sized businesses in the economic complex of the large industrial enterprises: author. cand. ehkon. sciences]. UGU, Izhevsk, 2010. 24 p.

5. Zlobin E.F. *Agropromyshlennaja integracija v uslovijah rynochnoj jekonomiki. Regional'nyj aspekt* [Agroindustrial integration in the market economy. Regional aspect]. Moscow, AgriPress, 2003. 365 p.

6. Demidenko A.A. *Modernizacija sistemy upravlenija gruzovym avtotransportnym kompleksom v uslovijah razvitija processov samoorganizacii: dis. kand. jekon. nauk* [Modernization of a control system of a cargo motor transportation complex in the conditions of development of processes of self-organization: cand. economical science]. SibADI, Омск, 2012. 175 p.

7. Loginova I.A. *Razvitie rynka gruzovyh avtotransportnyh uslug na osnove vzaimodejstvija uchastnikov: Avtoref. kand. jekon. nauk* [Development of the market of freight transportation services on the basis of interaction of participants]. СПбГИЭУ, St. Petersburg, 2012. 40 p.

8. Sadriev D.S. *Upravlenie gruzovym avtotransportnym kompleksom. Sistemno-sinergeticheskij podhod* [Manage cargo motor transportation complex. System-synergetic podhod]. St. Petersburg, СПбГИЭА, 1999. 198 p.

9. Borisov A.B. *Bol'shoj jekonomicheskij slovar'* [Great dictionary of economics]. Moscow, Knizhnyj mir, 2001. 680 p.

Эйхлер Лариса Васильевна (Омск, Россия) – кандидат экономических наук, заведующая кафедры «Экономика и управление» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5 29, email: eihler17@rambler.ru).

Демиденко Анастасия Анатольевна (Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5 29, email: demidenko_a.a@mail.ru).

Eichler V. Larissa (Omsk, Russian Federation) – candidate economic sciences, The Siberian automobile and highwau academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira, 5 prospect, e-mail: eihler17@rambler.ru).

Anastasiya A. Demidenko (Omsk, Russian Federation) – candidate economic sciences, The Siberian automobile and highwau academy (SibADI) (644080, Mira, 5 prospect, Omsk, Russian Federation, e-mail: demidenko_a.a@mail.ru).

Требования по оформлению рукописей, направляемых в научный рецензируемый журнал “Вестник СибАДИ”

Для публикации принимаются рукописи по направлениям: **Транспортное, горное и строительное машиностроение; Транспорт; Строительство и архитектура; Информатика, вычислительная техника и управление; Экономические науки.**

Рукопись должна быть оригинальной, не опубликованной ранее в других печатных изданиях, написана в контексте современной литературы, обладать новизной и соответствовать профилю журнала. Автор отвечает за достоверность сведений, точность цитирования и ссылок на официальные документы и другие источники. Редакция принимает на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи, сотрудниками редакции, членами редколлегии, а также рецензентами данной работы.

1. 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, место работы и наименование города и страны. **Заглавие авторского материала**, поступающего в редакцию, на русском и английском языках, должно быть адекватным его содержанию и по возможности кратким.

2. Аннотация. Статья должна иметь развернутую аннотацию (не менее 500 символов) на русском и английском языках. 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.

3. Ключевые слова размещаются после аннотации, на русском и английском языках (не более 5 семантических единиц).

4. Содержание научной (практической) статьи должны включать:

- **вводную часть**, где автором обосновывается актуальность темы и целесообразность ее разработки, определяются цель и задачи исследования;

- **основную часть статьи**, разделенную на поименованные разделы, где автором на основе анализа и синтеза информации раскрываются процессы и методы исследования проблемы и разработки темы, подробно приводятся результаты проведенного исследования;

- **заключительная часть**, где автором формулируются выводы, даются рекомендации, раскрываются результаты исследования, содержащие научную новизну, указываются возможные направления дальнейших исследований.

По тексту обязательны **ссылки на источники информации** оформляются числами, заключенными в квадратные скобки (например [1]). Библиографические описания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 и тщательно выверяются. Если ссылка на источник информации в тексте статьи повторяется, то повторно в квадратных скобках указывается его номер из списка (без использования в библиографическом списке следующего порядкового номера и ссылки «Там же»). В случае, когда ссылаются на различные материалы из одного источника, в квадратных скобках указывают каждый раз еще и номер страницы, например, [1, с. 17] или [1, с. 28–29].

5. Библиографический список. Печатается по центру ниже основного текста и через строку помещается пронумерованный перечень источников в порядке ссылок по тексту. Желательно, чтобы для статьи объемом в 5-7 страниц количество ссылок в библиографическом списке было не менее 8. Отсутствие необоснованного самоцитирования: доля ссылок на статьи авторов рукописи, изданные ранее, не должно превышать 25% от общего количества ссылок.

6. Библиографический список на латинице (References).

7. Информация об авторах (на русском / английском языке) Места работы всех авторов, их должности и контактная информация (если есть электронные адреса, обязательно указать их).

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. Формат А4, шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный. **Поля:** верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5. **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. **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 подрисуночной 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 – подрисуночные 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.**

В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:

- текст рукописи на русском языке в электронном 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;**

- **регистрационную карту автора:** фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, название организации, служебный адрес, телефон, e-mail;

- **рецензию специалиста с ученой степенью** по тематике рецензируемого материала. Рецензия должна быть заверенная в отделе кадров той организации, в которой работает рецензент;

- **экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати;

- **лицензионной договор** между ФГБОУ ВО «СибАДИ» и авторами;

- **справку о статусе** / месте учебы (если автор является аспирантом).

Решение о принятии к публикации или отклонении рукописи принимается редколлекцией.

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.

Редакция сохраняет за собой право производить литературную редакцию и коррекцию материалов в соответствии с требованиями современного русского языка и стилем издания 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 редакции: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Редакция научного рецензируемого журнала

«Вестник СибАДИ»,

патентно-информационный отдел – каб. 3226.

Тел. (3812) 65-23-45,

Выпускающий редактор «Вестника СибАДИ» – Куприна 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>