

ISSN 2071-7296



СИБДИ®

ВЕСТНИК

СибДИ



№ 2(48)/2016

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

ВЕСТНИК СибАДИ

Выпуск 2 (48)

Омск
2016

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

Зам. главного редактора **Бирюков В.В.**, д-р экон. наук, проф.,
проректор по НИР ФГБОУ ВПО "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 ВПО
«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 Джунбу, г. Сеул, Южная Корея.

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

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

Мочалин С. М., д-р техн- наук, проф., ФГБОУ ВПО «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 ВПО «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 Gyeongju 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),
Libherr-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: 644080, г. Омск, просп. Мира, 5, патентно-информационный отдел, каб. 3226. Тел. (3812) 65-23-45.

e-mail: Vestnik_Sibadi@sibadi.org

Учредитель ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ» входит в перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК решением президиума ВАК от 25.02.2011 г.; с 01.12. 2015г. 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](http://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 24.03.2016 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 ВПО СибАДИ 644080, г. Омск, пр. Мира, 5

Печать статей произведена с оригиналов, подготовленных авторами

© ФГБОУ ВПО «СибАДИ», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

С.С. Журавлев, К.В. Зубарев Имитационная модель рабочего процесса землеройно-транспортной машины с системой автоматического отключения работающих цилиндров двигателя	7
А.В. Новкунский, А.А. Новкунский, М.О. Туманян, Л.П. Шулькин Совершенствование конструкции и технологии ремонта конвейерного оборудования	13
В.В. Савинкин, В.Н. Кузнецова, В.Г. Яковлев Разработка гибридной системы управления энергосберегающим приводом поворотной платформы одноковшового экскаватора	18
Р.Ф. Салихов, Т.М. Чудова, Р.Р. Валиев Повышение надёжности строительных и дорожных машин путём совершенствования системы измерения наработки	25
С.В. Савельев, И.К. Потеряев, А.Б. Летопольский, В.В. Михеев Совершенствование конструкции строительной машины, снижающей сегрегацию асфальтобетонной смеси	31
С.В. Теплякова, А.А. Котесова, Е.Е. Косенко Расчетно-экспериментальное определение максимальной нагруженности стрелы одноковшового экскаватора	38

РАЗДЕЛ II ТРАНСПОРТ

В.Р. Ведрученко, В.В. Крайнов, П.В. Литвинов Влияние свойств разнородных топлив для дизелей на характеристики топливоподачи	44
В.А. Корчагин, Е.В. Сливинский, Ю.Н. Ризаева, С.Н. Сухатерина Социоприродоэкономическая транспортная система доставки сельскохозяйственной продукции	50
А.С. Лебедева, В.Ю. Максимова Инновационные технологии обеспечения активной безопасности управления транспортным средством	56
Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов, Е.С. Семенова Перспективы развития легкорельсового транспорта в городах РФ	62
Б. Советбеков Использование интеллектуальных транспортных систем в пунктах взвешивания транспортных средств и на автомобильных дорогах Кыргызской республики	71
Н.Г. Певнев, В.В. Понамарчук Перспективы комбинирования моторного топлива путем применения водородосодержащей добавки	75

РАЗДЕЛ III СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

В.Д. Галдина, Е.В. Гурова, О.И. Кривонос, М.С. Черногородова Исследование углеродминеральных продуктов горючих сланцев в качестве сырья для получения минеральных компонентов асфальтобетона	82
О.В. Демиденко, В.А. Казаков, С.М. Кузнецов, Н.Е. Алексеев Модель функционирования строительных потоков	89
Е.А. Коротков, К.С. Иванов Экспериментальный стенд для проведения испытаний на морозоустойчивость дорожных конструкций	95
Ю.В. Краснощёков, С.О. Мельникова, А.А. Екимов Живучесть многоэтажного здания со связевым каркасом	100

Л.В. Красотина Инженерная методика определения критических напряжений потери местной устойчивости в опорной зоне сборных цилиндрических профилированных несущих оболочек	104
А.Л. Ланис, Д.А. Разуваев, П.О. Ломов Сопряжение подходов насыпей с мостами и путепроводами	110
Ю.В. Столбов, С.Ю. Столбова, Л.А. Пронина, И.Е. Старовойтов Обеспечение точности проложения нивелирных ходов при изыскании и выноса высотных отметок пикетов при строительстве автомобильных дорог	120

РАЗДЕЛ IV ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Ю.Е. Ионова Алгоритм системы автоматизации проектирования основных параметров гидропривода рулевого управления	126
В.А. Федорук Обработка экспериментальных данных на основе «методики сдвига» при интерполяции кубическими сплайнами	132
Б.С. Четвериков, М.С. Чепчуров, В.Я. Дуганов Алгоритм установки оси приспособления для автоматизированного контроля поверхностей качения деталей буровых долот	137

РАЗДЕЛ V ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ю.И. Антонова, Г.В. Баранов Глобальные аспекты стандартизации социальной ответственности организации	143
Е.А. Байда Современное состояние и тенденции развития производственных систем	147
В.В. Бирюков, Е.В. Романенко Контекстуализация теории предпринимательства	154
И. А. Брюханенко, Л. В. Завьялова Аудиторская оценка контрольной среды как элемента системы внутреннего контроля экономического субъекта	159
И.А. Григорьянц Методика формирования системы розничной торговли городского округа	166
А.А. Демиденко Оценка результативности системы управления грузовым автотранспортным комплексом с учетом развития процессов самоорганизации	171
Г.И. Кольке, Н.А. Калайтан Разработка модели оценки эффективности деятельности машиностроительных предприятий	178
А.В. Шимохин Методы отбора видов ремонта промышленного оборудования выделяемых на аутсорсинг	184
И.А. Эйхлер Основные направления решения проблем в сфере утилизации резиносодержащих отходов автотранспортного комплекса	189

ЮБИЛЕЙ

Владимир Никитич Тарасов	196
Юрий Викторович Столбов	197

CONTENTS

PART I TRANSPORT, MINING AND MECHANICAL ENGINEERING

S.S. Zhuravlev, K.V. Zubarev Imitation model of earthmoving machinery workflow with automatic system of cylinder engine deactivate	7
A.V. Novkunskiy, A.A. Novkunskiy, M.O. Tumanyan, L.P. Chulkin Improving the design and technology of repair conveyor equipment	13
B.B. Savinkin, V.N. Kuznetsova, V.G. Yakovlev Development of the hybrid control system of the energy saving drive of the single-bucket rotary platform of the excavator	18
R.F. Salikhov, T.M. Chudova, R.R. Valiev Increase the reliability of building and road machines by improving the measurement system of operating time	25
S.V. Saveliev, I.K. Poteryaev, A.B. Letopolski, V.V. Miheev Development of new technical solutions design construction machinery reduces the segregation of asphalt mixes	31
S.V. Teplyakova, A.A. Kotesov, E.E. Kosenko Settlement and experimental determination of the maximum loading of the arrow of the odnokovshovy excavator	38

PART II TRANSPORT

V.R. Vedruchenko, V.V. Krainov, P.V. Litvinov The influence of properties of different brands of fuel for diesel engine on characteristics of fuel feeding	44
V.A. Korchagin, E.V. Slivinsky, Yul.N. Rizaeva, S.N. Suhaterina Social natural economic transport system supply of agricultural products	50
A.S. Lebedeva, V.U. Maksimov Innovative technologies of the active safety driving	56
E.A. Safronov, K.E. Safronov, E.S. Semenova Prospects of development of light rail transportation in russian cities	62
B. Sovetbekov The use of intelligent transport systems in the areas of weighing of vehicles and on roads of the Kyrgyz republic	71
N.G. Pevnev, V.V. Ponamarchuk Prospects of the combination of motor fuel by application of the hydrogen containing additive	75

PART III CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

V.D. Galdina, E.V. Gurova, O.I. Krivonos, M.S.Chernogorodova Research of carbon of the mineral products combustible slates as raw materials for reception of the mineral components asphalt concrete	82
O.V. Demidenko, V.A. Kazakov, S.M. Kuznetsov, A.N. Alekseev Model building operation flows	89
E. A. Korotkov, K.S. Ivanov Road embankment model with heat insulating layer at freeze/thaw conditions	95
Yu.V. Krasnoschekov, S.O. Melnikova, A.A. Ekimov Vitality high-rise building with svjaseva frames	100
L.V. Krasotina Engineering method for determining critical stress local stability in the core zone modular cylindrical profiled bearing shells	104

A.L. Lanis, D.A. Razuvaev, P.O. Lomov Conjugation of approach fill with bridge and overbridge	110
YU.V. Stolbov, S.YU. Stolbova, L.A. Pronina, I.E. Starovoytov Ensuring accuracy of prolozheniya of the levelling courses at research and carrying out of elevation marks of pickets at construction of highways	120

**PART IV
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT**

Yu.E. Ionova Cad algorithm of the basic parameters of the steering hydraulic drive	126
V.A. Fedoruk Processing of experimental data based on "technique of shift" interpolated cubic splines	132
B.S. Chetverikov, M.S. Chepchurov, V.Ja. Duganov The algorithm for installation of axis the devices for automated control of the rolling contact surfacing for parts of the drill bits	137

**PART V
ECONOMICS**

Yu.I. Antonova, G.V. Baranov Global aspects of standardization of social responsibility of the organization	143
E.A. Bayda Current state and tendencies of development production systems	147
V.V. Biryukov, E.V. Romanenko Contextualization of the theory of business	154
I.A. Bryukhanenko, L.V. Zavyalova Audit evaluation of the control environment as element of the internal control's system of the economic subject	159
I.A. Grigoryants Technique of formation of system of retail trade of the city district	166
A.A. Demidenko Assessment of effectiveness management system of cargo motortransport complex with the development of self-organization processes	171
G.I. Kolke, N.A. Kalaytan Development of model of efficiency of activity of machine-building enterprises	178
A.V. Shimokhin Methods of sampling repairs industry are outsourcing	184
I.A. Eychler The main directions of solving problems in the field of recycling of rubber waste of auto transport	189

ANNIVERSARY

Vladimir Nikitich Tarasov's	196
Yury Viktorovich Stolbov	197

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 62-55

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ С СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ РАБОТАЮЩИХ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ

С. С. Журавлев, К. В. Зубарев
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Рассмотрена имитационная модель рабочего процесса землеройно-транспортной машины. Особенностью модели является наличие в ней автоматической системы отключения работающих цилиндров двигателя в зависимости от действующей на машину нагрузки, подробно описаны составные части модели. По полученным в результате моделирования данным построены осциллограммы, проведен их анализ, проведена оценка влияния метода отключения цилиндров на рабочий процесс агрегата.

Ключевые слова: землеройно-транспортная машина, двигатель, имитационная модель, отключение цилиндров, оптимизация.

Введение

Для теоретического исследования возможности использования автоматической системы отключения части цилиндров на двигателе землеройно-транспортной машины (ЗТМ) в рабочем процессе при режиме малых нагрузок (планировочные режимы, режимы холостого хода, перемещения грунта и пр.) в среде Matlab Simulink [1] разработана имитационная модель [2] рабочего процесса бульдозера Б-10М (рис. 1), позволяющая отслеживать и анализировать процессы, происходящие в ЗТМ при отключении части работающих цилиндров. Предложенная модель разбита на подмодели: подмодель системы автоматического выбора числа работающих цилиндров, согласно разработанному алгоритму; подмодель расчета сопротивлений, действующих при работе бульдозера, производящую вычисления на основе данных о базовых параметрах машины и грунтовых условиях; подмодель, имитирующую инерционность машины, сглаживающую колебания нагрузки на валу двигателя в процессе работы; подмодель, имитирующую нелинейность работы двигателя и позволяющую моделировать работу двигателя на регуляторной и корректорной ветвях характеристики; подмодель, в которой производится расчет выходных параметров бульдозерного агрегата в процессе его

работы и вывод их на экран, а также построение графиков, иллюстрирующих изменение необходимых параметров с течением времени.

Расчет основных параметров

Блок «Входные параметры» служит для задания базовых параметров машины и разрабатываемого грунта. В данной модели введены данные, характеризующие различную нагрузку при работе бульдозера Б-10М. Для задания параметров используются в основном блоки с постоянной константой. Однако, учитывая случайный характер грунтовых воздействий на машину в процессе работы [3], при задании сигнала, имитирующего нагрузку, действующую на рабочий орган, используются блоки, включающие случайные отклонения заданной величины, распределенные по нормальному закону. Случайная составляющая складывается из относительно низкочастотных колебаний большей амплитуды и относительно высокочастотных колебаний меньшей амплитуды (флуктуации и тренды). В данной модели интервал моделирования установлен равным 40 секунд. Нагрузка, действующая на рабочий орган, изменяется по истечении каждых 10 секунд в сторону увеличения, охватывая большую часть всего мощностного диапазона работы бульдозера, и достигает максимума для данной машины на последнем 10-

секундном отрезке. Для этого используются блоки задержки, значение которых соответствует одному из 4 временных отрезков.

Далее значения поступают в подмодель расчета основных параметров ЗТМ, в которой происходит расчет действующего сопротивления движению, сопротивления уклону местности [4], если таковой задан,

момент сопротивления на валу двигателя, определяется режим работы двигателя. Для осуществления вышеописанных расчетов используются блоки арифметических операций и релейный блок, определяющий, на каком участке регуляторной характеристики работает двигатель в каждый момент времени.

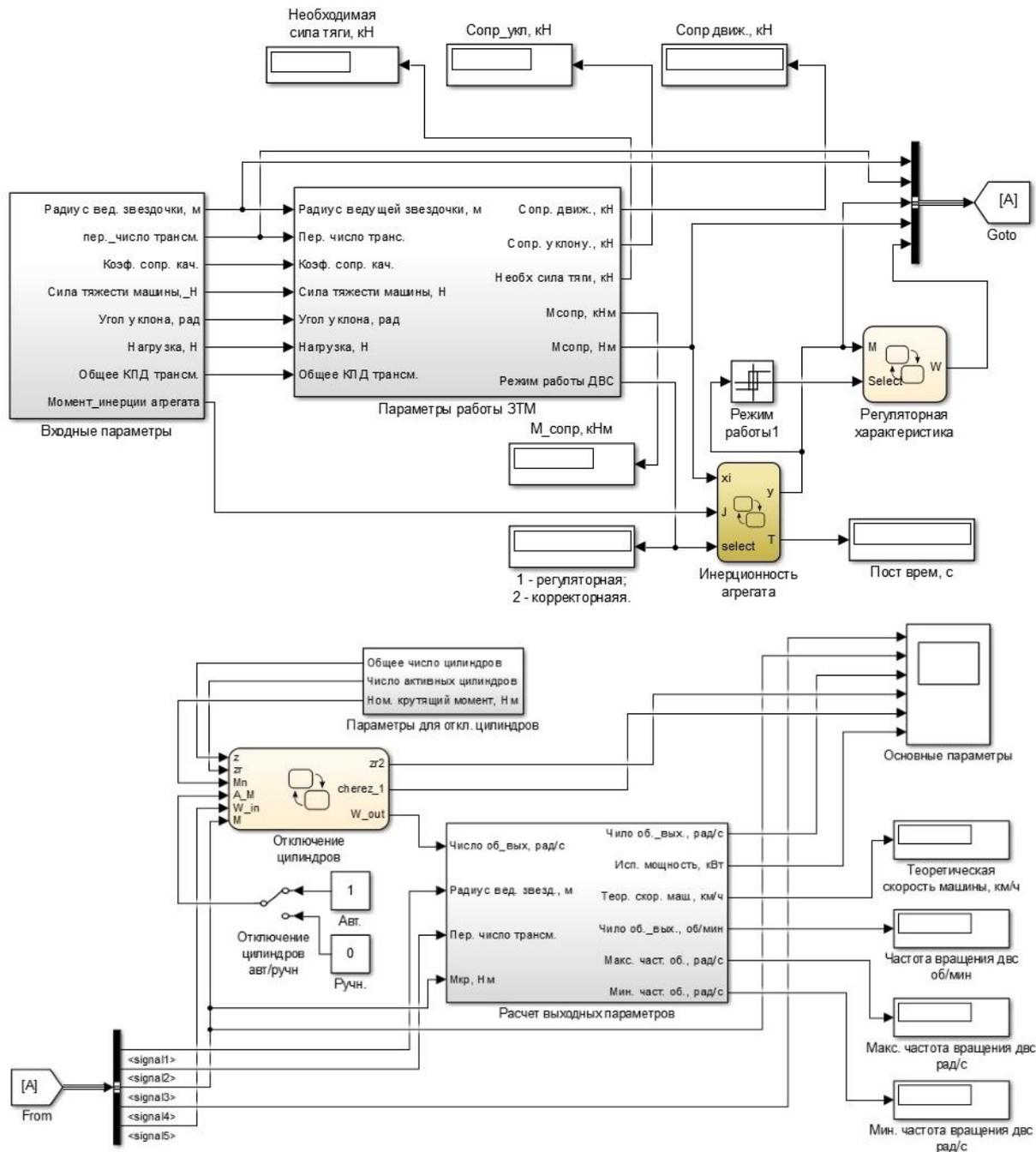


Рис. 1. Имитационная модель рабочего процесса бульдозера Б-10М с системой автоматического отключения цилиндров в среде Matlab Simulink

Инерционность машины и регуляторная характеристика

Подмодель, имитирующая влияние инерционности агрегата на крутящий момент двигателя построена с использованием событийного моделирования Stateflow. Модель позволяет, используя данные о моменте инерции агрегата, вычислять постоянную времени, и имитируя инерционность, производить сглаживание момента сопротивления на валу двигателя в зависимости от режима работы двигателя [3, 5] (в подмодели инерционности реализуется с помощью блоков, ответственных за корректорную или регуляторную ветвь характеристики). Подмодель регуляторной характеристики необходима для моделирования нелинейности в работе дизельного двигателя. Для построения данной модели также использована среда событийного моделирования Stateflow в составе программного пакета Matlab Simulink, которая позволяет создавать модели, в которых присутствует нелинейность. На выходе модели - частота вращения коленчатого вала двигателя, которая зависит от значения крутящего момента на входе модели и режима работы двигателя. Подробное описание этих звеньев содержится в [5].

Система автоматического отключения числа работающих цилиндров

Подмодель автоматического отключения числа работающих цилиндров (рис. 2) определяет в каждый момент времени оптимальное число работающих цилиндров двигателя. Система, основываясь на значении момента сопротивления, приведенного к коленчатому валу двигателя, производит расчет оптимального режима работы двигателя, проводит анализ на целесообразность отключения цилиндра (отключение происходит при снижении фактического момента сопротивления, соответствующего работе двигателя в режиме неполной загрузки двигателя, когда имеются резервы мощности, когда значение момента сопротивления меньше номинального на определенную, заложенную в алгоритме величину) или его включения в зависимости от изменяющейся в течении

времени нагрузки. Система имеет ограничение на максимальное количество одновременно отключенных цилиндров - не более половины от общего числа цилиндров [6]. Также в систему встроены алгоритмы, позволяющие системе производить отключение цилиндра через цикл, т.е. в выбранном цилиндре отключается топливоподача каждый второй раз, таким образом повышается точность управления мощностью двигателя. Предлагается при отключении части цилиндров реализовать способ отключения, при котором номер отключенного цилиндра меняется с каждым циклом, что позволит равномерно распределить износ двигателя, а также снизить эффект разности температур различных цилиндров вследствие их неравномерной работы при отключении.

Подмодель расчета выходных параметров производит расчет теоретической скорости машины, используемой мощности, текущей частоты вращения коленчатого вала двигателя, минимальной и максимальной частот вращения коленчатого вала двигателя за моделируемый промежуток времени. Аперриодическое звено используется для моделирования инерционности при отключении или включении цилиндра.

Результаты моделирования

Оциллограммы выходных значений модели представляют собой графики изменения во времени следующих параметров (на рис. 3 показаны сверху вниз): момент сопротивления на валу двигателя, Нм; крутящий момент двигателя, Нм; частота вращения коленчатого вала двигателя, рад/с; число активных в данный момент цилиндров; режим отключения цилиндров через цикл (значение равно 1 соответствует активному режиму отключения цилиндров через цикл, 0 – отключенному). Например, если число активных цилиндров равно 3 и отключение через цикл активно, т.е. равно единице, то это означает, что постоянно работают два цилиндра, третий работает через цикл, четвертый не работает и т. д). На нижнем графике рисунка 3 изображено изменение во времени используемой мощности двигателя, кВт.

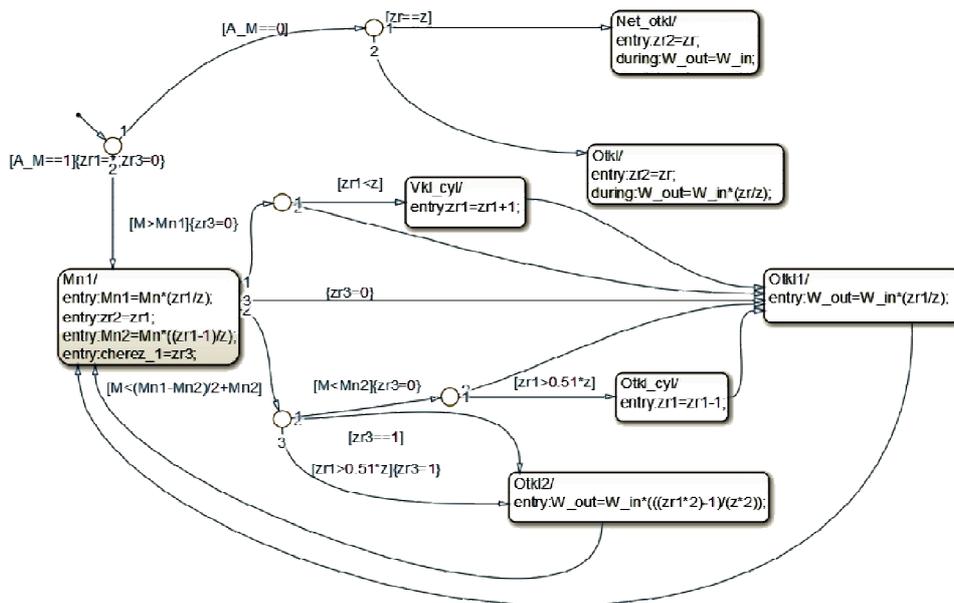


Рис. 2. Подмодель автоматической системы отключения цилиндров, созданная с помощью пакета Stateflow Matlab Simulink.

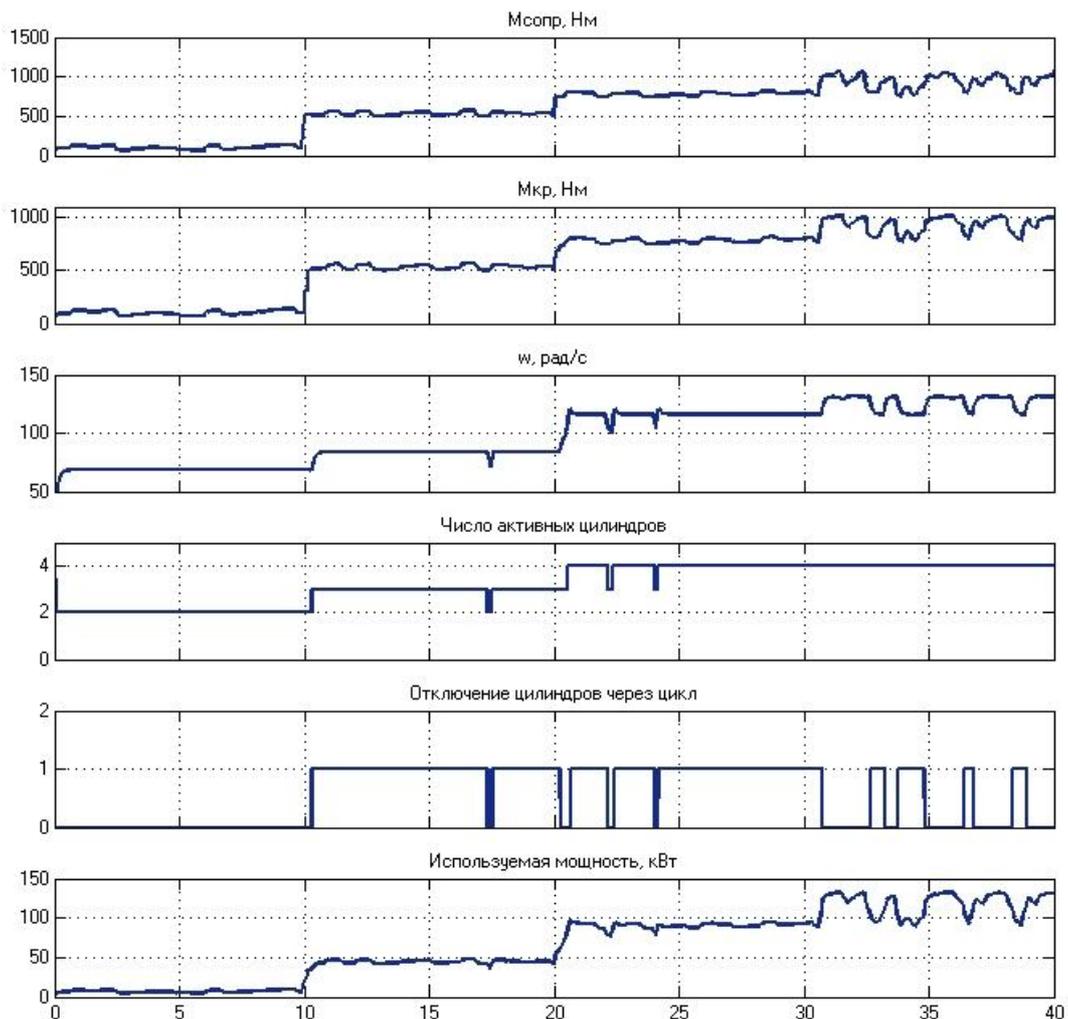


Рис. 3. Осциллограммы выходных параметров модели

Весь период моделирования длится 40 секунд и условно поделен на 4 отрезка, длительностью 10 секунд каждый. На каждом из отрезков задается различная нагрузка, действующая на двигатель бульдозера. Так, например, на интервале 0-10 секунд нагрузка на рабочем органе незначительная и общее сопротивление складывается в основном из сопротивления движению бульдозера. Этот интервал моделирует холостое движение бульдозера (возвращение к началу рабочего хода), при этом момент сопротивления, приведенный к валу двигателя составляет примерно 70-100 Нм. При этом режиме работы бульдозера система автоматического отключения цилиндров производит отключение двух цилиндров (отключение большего числа цилиндров может привести к нестабильной работе двигателя), т. о. при холостом ходе бульдозера (движение без разработки грунта) постоянно отключены 2 из 4 цилиндров. Номера отключаемых цилиндров должны меняться с каждым новым циклом для устранения неравномерности износа и температуры. Частота вращения при этом режиме работы составляет около 70 рад/с, при развиваемой двигателем мощности 5-9 кВт. На втором интервале момент сопротивления составляет примерно 500-550 Нм, это соответствует режиму работы бульдозера при частично загруженном двигателе, на практике обычно соответствующем режимам планирования и перемещения небольшого количества грунта. На этом режиме постоянно работают два цилиндра, третий работает через цикл, четвертый не работает. Частота вращения коленчатого вала около 80-85 рад/с, двигатель при этом развивает мощность 42-48 кВт. На третьем интервале момент сопротивления составляет 750-800 Нм, что соответствует перемещению призмы волочения при одновременном вырезании небольшого объема грунта, компенсирующего потери через боковые кромки отвала при транспортировке. На этом режиме практически всегда требуется полная мощность двигателя, однако в некоторые промежутки времени при уменьшении сопротивления система автоматического отключения цилиндров производит отключение одного цилиндра через цикл, оптимизируя работу двигателя согласно действующей нагрузке. Частота вращения на этом режиме около 116-118 рад/с, используемая мощность двигателя 88-92 кВт. На четвертом интервале момент

сопротивления примерно соответствует номинальному крутящему моменту двигателя, двигатель работает на полную мощность, момент сопротивления 800-1050 Нм, работают все цилиндры постоянно. Иногда, при кратковременном резком повышении нагрузки двигатель на короткий промежуток времени переходит на корректорный участок регуляторной характеристики двигателя. Частота вращения коленчатого вала двигателя составляет 90-130 рад/с, используемая мощность варьируется от 95 до 130 кВт.

Вывод

В целом, анализируя результаты работы имитационной модели гусеничного бульдозера Б-10М с системой автоматического отключения цилиндров, следует отметить, что при отключении одного или нескольких цилиндров происходит уменьшение числа оборотов коленчатого вала, т.к. момент сопротивления остается прежним, но при этом мощность снижается. Улучшаются топливно-экономические характеристики, однако уменьшается рабочая скорость. С другой стороны, при определенных видах земляных работ высокая скорость снижает качество разработки грунта. Поэтому на ЗТМ при некоторых видах работ, предусматривающих работу на режимах с неполной загрузкой двигателя, существует ограничение на максимальную рабочую скорость. Существует альтернативный путь понижения мощности при помощи сокращения подачи топлива во все цилиндры с помощью рейки топливного насоса (на ДВС с рядными механическими ТНВД) или программного управления в сторону уменьшения количества впрыскиваемого топлива во все цилиндры с помощью микроконтроллера (ДВС, оснащенные системой Common Rail). Однако при этом способе изменяется оптимальный состав топливно-воздушной смеси, повышается износ деталей двигателя. Использование же системы автоматического отключения цилиндров уменьшает трение и износ в деталях ДВС за счет полного отключения работы цилиндра. Также контроль за снижением количества впрыскиваемого топлива осуществляет оператор машины, который не всегда точно может рассчитать и предугадать нужное количество топлива, необходимого в данный момент, что делает этот способ зависимым от фактора квалифицированности оператора. При автоматическом отключении цилиндров

нужный алгоритм рассчитывается компьютером исходя из текущих показаний датчиков.

Библиографический список

1. Дьяконов, В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 в математике и моделировании. Полное руководство пользователя / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс. – 2003. – 576 с.
2. Мещеряков, В.А. Математическое моделирование рабочих процессов дорожных и строительных машин: имитационные и адаптивные модели: монография / В.А. Мещеряков, А.М. Завьялов, М.А. Завьялов, В.Н. Кузнецова. – Омск: СибАДИ, 2012. – 408 с.
3. Денисов, В.П. Исследование статистических характеристик показателей рабочего процесса землеройно-транспортных машин с учетом нелинейностей в структуре их математических моделей / В.П. Денисов, В.А. Мещеряков // Машины и процессы в строительстве: Сб. науч. тр. № 5 – Омск: Изд-во СибАДИ, 2004. – С. 237–243.
4. Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации: Учеб. для строит. вузов / С.С. Добронравов, В.Г. Дронов. – М.: Высшая школа, 2001. – 575 с.
5. Денисов В.П. Математическое моделирование рабочего процесса автогрейдера для оптимизации длины отвала при случайном характере нагрузок / В.П. Денисов, К.В. Зубарев, С.С. Журавлев. // Вестник СибАДИ. – 2014. – №3. – С. 72-78.
6. Федосеев, С.Ю. Повышение топливной экономичности тракторно-транспортного агрегата отключением части цилиндров двигателя: дис... канд. техн. наук / С.Ю. Федосеев. – Челябинск, 2015. – 156 с.

IMITATION MODEL OF EARTHMOVING MACHINERY WORKFLOW WITH AUTOMATIC SYSTEM OF CYLINDER ENGINE DEACTIVATE

S.S. Zhuravlev, K.V. Zubarev

Abstract. The article considers the simulation model of workflow Earthmoving machinery, feature of the model is the presence of an automatic system cylinders deactivate of the engine depending on operating the machine load detail components of the model, obtained by simulation data built waveform, their analysis, evaluated the impact of the deactivated of cylinders in the working process of the unit.

Keywords: earthmoving machinery, engine, simulation model, deactivating the cylinder, optimization.

References

1. Dyakonov V.P. *MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 v matematike i modelirovanii* [MATLAB 6 / 6.1 / 6.5 + Simulink 4/5 in mathematics and modeling]. Polnoye rukovodstvo pol'zovatelya. Moscow, SOLON-Press. 2003. 576 p.
 2. Meshcheryakov V.A., Zav'yalov A.M., Zav'yalov M.A., Kuznetsova V.N. *Matematicheskoye modelirovaniye rabochik protsessov dorozhnykh i stroitel'nykh mashin: imitatsionnyye i adaptivnyye modeli* [Mathematical modeling of workers processes earthmovers machinery: simulation and adaptive model]. Omsk: SibADI, 2012. 408 p.
 3. Denisov V.P., Meshcheryakov V.A. *Issledovaniye statisticheskikh kharakteristik pokazateley rabocheho protsessa zemleroyno-transportnykh mashin s uchetom nelineynostey v strukture ikh matematicheskikh modeley* [Research of the statistical characteristics of indicators workflow earthmovers considering nonlinearities in the structure of their mathematical models] *Mashiny i protsessy v stroitel'stve: Sb. nauch. tr.*, no 5, Omsk: Izd-vo SibADI, 2004. pp. 237–243.
 4. Dobronravov S.S., Dronov V.G. *Stroitel'nyye mashiny i osnovy avtomatizatsii: Ucheb. dlya stroit. vuzov* [Construction machinery and automation basics: Proc. for the building]. Moscow, Vysshaya shkola, 2001. 575 p.
 5. Denisov V.P., Zubarev K.V., Zhuravlev S.S. *Matematicheskoye modelirovaniye rabocheho protsessa avtogreydera dlya optimizatsii dliny otvala pri sluchaynom kharaktere nagruzok* [Mathematical modeling workflow grader to optimize the length of the blade at the random nature of loads]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 3. pp. 72-78.
 6. Fedoseyev S.Yu. *Povysheniye toplivnoy ekonomichnosti traktorno-transportnogo agregata otklyucheniyem chasti tsilindrov dvigatelya* [Improving fuel economy of tractor-vehicle unit by deactivating of the engine cylinders dis. kand. tekhn. nauk]. Chelyabinsk, 2015. 156 p.
- Журавлев Сергей Сергеевич (Россия, г. Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: zhuravliovss@list.ru).*
- Зубарев Константин Викторович (Россия, г. Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО СибАДИ (644080 Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: kv.zubarev@gmail.com).*
- Zhuravlev Sergey (Russian Federation, Omsk) – graduate student of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: zhuravliovss@list.ru).*
- Zubarev Konstantin Viktorovich (Russia, Omsk) – postgraduate student of the Siberian State Automobile and Highway Academy "SibADI" (644080, Omsk, Mira ave. 5, e-mail: kv.zubarev@gmail.com).*

УДК 621.867 (075.8)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА КОНВЕЙЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.В. Новкунский¹, А.А. Новкунский², М.О. Туманян³, Л.П. Щулькин³

¹ООО «Нониус», Россия, г. Самара;

²Институт энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета, Россия, г. Санкт-Петербург;

³ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»,
Россия, г. Ростов-на-Дону.

Аннотация. В статье анализируются способы ремонта обрешеченного барабана ленточного конвейера. На основании выполненного анализа установлено, что замена изношенной резиновой футеровки барабана возможна только в заводских условиях после разборки приводной станции конвейера. Авторами предложена конструкция быстроменяемой футеровки барабана в виде набора отдельных обрешеченных секторов с резьбовым креплением к барабану. Это позволяет производить ремонт футеровки барабана на месте эксплуатации без разборки.

Ключевые слова: ленточный конвейер, приводной барабан, ремонт резиновой футеровки барабана.

Введение

Уже на протяжении нескольких десятков лет на крупных предприятиях горнодобывающей промышленности и при возведении высоконапорных плотин во время строительства крупных ГЭС, используются тяжелые ленточные конвейеры, позволяющие резко увеличить производительность транспортировки материалов на объекте и степень механизации труда при перемещении грузов, по сравнению с выполнением этих работ с помощью большегрузного автотранспорта. В горнодобывающей промышленности транспорт добытых ископаемых является одним из решающих звеньев в общем технологическом процессе. Это объясняется большими грузопотоками, разветвленностью и значительной протяженностью выработок, по которым производится транспортирование. Кроме того, применение ленточных конвейеров обеспечивает поточность и полную автоматизацию транспортных операций.

Как правило, такие конвейеры являются уникальными по своим эксплуатационным параметрам и конструктивному исполнению. Длины конвейеров достигают 1,5 – 2-х километров, в зависимости от угла наклона.

Один или два устанавливаемых конвейера призваны заменить целый парк автомобилей и потому надежность конвейера должна быть очень высокой. Остановка конвейера даже на плановый ремонт сразу же отражается на интенсивности

транспортировки грузов на объекте, не говоря уже об аварийных остановках.

Возрастающее использование ленточных конвейеров требует повышения их качества и технико-экономических показателей. Первостепенную важность приобретают вопросы надежности и ремонтпригодности уникального конвейерного оборудования, когда оно используется в схеме транспортировки, как это нередко случается, без резервной цепочки подачи материала [1].

Особенностью работы ленточного конвейера в открытом карьере или при строительстве плотины является работа под открытым небом, в самых различных сезонных климатических условиях, в том числе в регионах Сибири и Крайнего Севера, в сильно запыленной окружающей среде. Непрерывный производственный процесс, с предельными нагрузками, на которые рассчитывается конвейерное оборудование, а также самые неблагоприятные условия окружающей среды, требуют от оборудования максимально высокой его надежности. Необходимой надежностью и долговечностью должны обладать не только подвижные узлы и детали, тяжело нагруженных механизмов, но также неподвижные узлы и детали (рамы, став, балки роликкоопор и др.) [2].

Надежность узлов конвейера зависит от правильного выбора схемы его нагружения [3], конструктивного запаса прочности и стойкости, высокого качества изготовления, а также обеспечения проектных (расчетных)

условий работы данного узла [4]. Например, подшипниковые узлы роlikоопор рабочей ветви транспортерной ленты, от надежности работы которых зависит ее долговечность, можно обеспечить закладной смазкой, защитить надежными уплотнениями и обеспечить требуемую долговечность до капитального ремонта [5,6]. Узлы с быстроизнашивающимися элементами обычно выполняют так, что их можно быстро и без особого труда, своевременно заменить, во время планового профилактического ремонта, не дожидаясь аварийной остановки. Некоторые узлы и детали конвейера рассчитываются на весь срок его службы, то есть на срок его использования на данном объекте. Ответственные и уязвимые узлы приводной и натяжной станций, подвергающиеся негативному воздействию окружающей среды, стараются защитить укрытиями различного конструктивного исполнения, либо использовать оборудование с необходимой степенью защищенности.

Разработка конструкции и технологии ремонта футеровки барабана

Самыми тяжело нагруженными, подверженными высокому абразивному, а также агрессивному воздействию и в тоже время, трудно защищаемыми узлами, являются конвейерная транспортерная лента и приводной барабан, приводящий ее в движение. Рабочая сторона транспортерной ленты тяжелого конвейера, применяемого для открытых работ, испытывает весь спектр статических и динамических нагрузок, в том числе не моделируемых в процессе его создания. В расчетах конвейера нередко используются эмпирические зависимости, допускающие иногда существенные расхождения с действительными условиями нагружения [7]. В особенности это относится к вопросам износостойкости, усталости и физического старения материалов, прямо влияющих на долговечность оборудования [8]. Так называемая, нерабочая сторона транспортерной ленты, имеет свою специфику нагружения и рабочего воздействия, которые также участвуют в расчетах при определении проектной долговечности изделия и его предельных параметров. Рабочее тяговое усилие в конвейерной ленте, от которого зависит расчетная производительность конвейера, создается исключительно за счет сцепления приводного барабана с нерабочей стороной транспортерной ленты, тяговое усилие

должно быть гарантированно стабильным на протяжении всего срока эксплуатации ленты, вплоть до момента ее замены, или замены всего конвейера.

Энергия, необходимая для перемещения груза, расположенного на рабочей ветви конвейерной ленты и преодоления сопротивлений, связанных с ее движением, передается через поверхность контакта ленты с поверхностью приводного барабана, ограниченной оптимальной дугой его обхвата лентой и ее шириной. Из конструктивных соображений и возможной унификации этого вида изделий, максимальная ширина ленты и диаметр барабана установлены 2000 мм. При длине конвейера равной примерно 1250 метров, кратность циклов движения транспортерной ленты и находящегося с ней в непрерывном контакте приводного барабана составляет 400 раз. Причем контакт барабана с лентой должен осуществляться с созданием в зоне контакта максимальной возможной силы давления и соответственно силы трения, для перемещения рабочей ветви транспортерной ленты, максимально загруженной материалом по всей длине конвейера. Для этого создается необходимое натяжение конвейерной ленты, с помощью специальной натяжной станции конвейера. Максимальное натяжение транспортерной ленты обеспечивается благодаря применению резинотросовой ленты необходимой толщины. Армирование ленты стальными тросами существенно расширяет диапазон допустимого усилия в ней, но при этом существенно усложняет процесс ее стыковки при сборке конвейера, а также в процессе ремонта [9]. Этот процесс, требующий создания специальной оснастки и использования специальной технологии, осуществляется квалифицированными специалистами на месте сборки и эксплуатации конвейера. Он предварительно тщательно планируется, готовится и четко регламентируется при выполнении ремонтных работ [10].

При принятых максимальных значениях ширины ленты и диаметра приводного барабана определяющим фактором, ограничивающим повышение тягового усилия конвейера, является возможность создания необходимой силы трения в контакте барабана с лентой, которая зависит от силы натяжения в ленте и динамического коэффициента трения.

На основании расчетов и многочисленных экспериментов установлено, что

необходимым условием создания максимального и стабильного коэффициента трения в месте контакта вращающегося приводного барабана с резиновой транспортной лентой, армированной тканью или стальными тросами и подверженной в течение длительного времени воздействию агрессивной среды, является резиновая футеровка барабана, выполняемая различными способами. Несмотря на то, что материалы футеровки барабана и транспортной ленты, имеют практически одинаковые физические свойства и испытывают в контакте одинаковые удельные нагрузки, интенсивность износа футеровки барабана в несколько сот раз превосходит интенсивность износа поверхности ленты, обращенной к барабану, учитывая многократную разницу в циклах их относительного движения.

Получается, что самым высоконагруженным элементом конвейера, ограничивающим его технические возможности, является резиновая футеровка приводного барабана, которая может быть отнесена также к числу быстро изнашиваемых.

В то же время этот элемент до сих пор остается для машиностроительного предприятия, производящего такие конвейеры и для организации, эксплуатирующей его, самым трудно ремонтируемым, требующим обязательной разборки приводной станции конвейера, отправки барабана на завод для удаления старой или поврежденной футеровки, затем отправки его на завод РТИ (резинотехнических изделий) для нанесения резинового слоя методом горячей вулканизации, с последующей механической обработкой футерованного слоя барабана на машиностроительном заводе.

Обрезинивание металлических деталей может выполняться с помощью горячей и холодной вулканизации.

Для надежного сцепления резины с металлом барабана, в процессе горячей вулканизации на заводе РТИ, его поверхность предварительно покрывается слоем эбонита, который по твердости и жесткости является промежуточным материалом между металлом и резиной и позволяет снизить скачок напряжений, действующих в стыке разнородных материалов.

К преимуществам горячей вулканизации, по сравнению с холодной вулканизацией относятся:

1. более высокая прочность соединения;
2. меньшая стоимость материалов;
3. возможность вулканизации при отрицательных температурах окружающей среды.

Недостатки горячей вулканизации:

1. Данный метод невозможно применять при повышенной влажности более 80 процентов и повышенной запыленности;
2. Более трудоёмкий и продолжительный процесс по сравнению с холодной вулканизацией.

Известен также конструктивно-технологический вариант обрезинивания стального барабана холодным методом, выполняемым на заводе, или в условиях ремонтной мастерской, на объекте. Данный вариант представляет собой приклеивание, по спирали, к барабану полосы, шириной примерно 150-200мм., вырезанной из резинотканевой ленты. Этот способ обрезинивания является достаточно трудоёмким, в особенности при его применении на объекте. Кроме того, надежность крепления резины к металлу этим способом, как и при любом другом клеевом способе соединения двух разнородных материалов, сильно зависит от качества подготовки склеиваемых поверхностей и точного соблюдения технологии склеивания. Точно выполнить все технологические рекомендации по склеиванию, в процессе приклеивания к барабану диаметром 2000мм. полосы резинотканевой ленты длиной 60-80 метров, достаточно трудно. Трудно также обеспечить равномерное прижатие ленты, приклеенной к барабану. Этот вариант обрезинивания можно рассматривать как вынужденный ремонтный вариант, выполняемый на заводе или на объекте, с необходимостью предварительной механической обработки барабана для удаления старого слоя футеровки.

При таком конструктивном исполнении футеровки приводного барабана его ремонт или замена все равно требуют значительных затрат времени и труда.

В настоящее время замена футеровки барабана возможна только в условиях специализированных предприятий, куда после разборки конвейера доставляется приводной барабан.

Исходя из анализа существующих методов замены футеровки, существенного сокращения времени простоя конвейера в ремонте и снижения его трудоемкости, можно достигнуть, применяя в конструкции приводного барабана быстро съемную футеровку, позволяющую произвести ее замену без снятия барабана с приводной станции конвейера.

Авторами статьи предложена конструкция быстрозаменяемой футеровки барабана,

заключающаяся в том, что элементы футеровки выполнены в виде набора отдельных секторов, крепящихся к барабану с помощью резьбовых и припасованных элементов, позволяющих передавать усилие от приводного барабана транспортной ленте. Конструкция обрешиненного барабана показана на рисунке 1. А элемент быстро съемной резиновой футеровки – на рисунке 2.

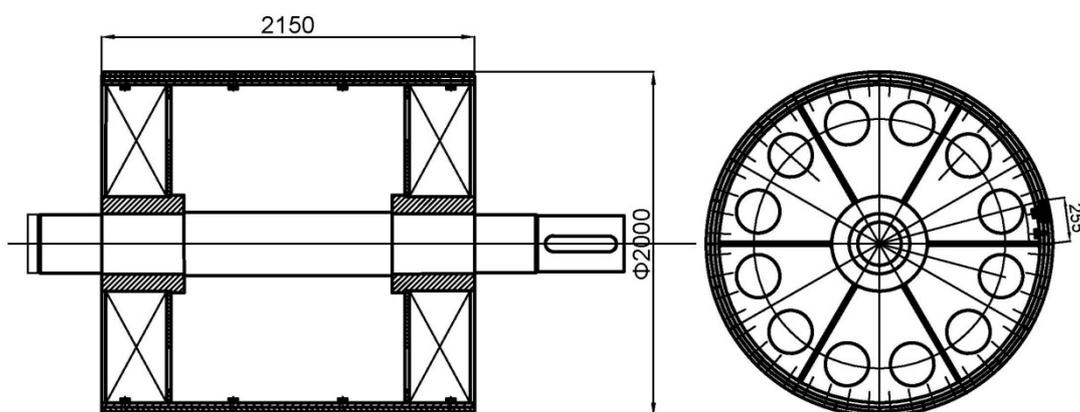


Рис. 1. Обрешиненный барабан магистрального ленточного конвейера

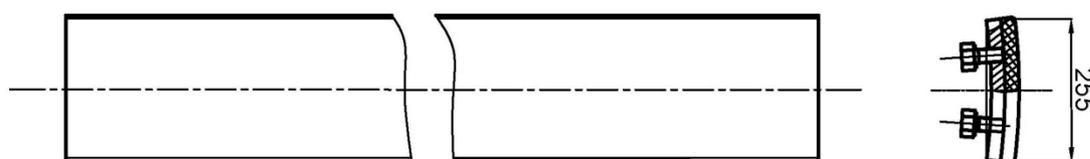


Рис. 2. Элемент быстро съёмной резиновой футеровки приводного барабана

Съемная футеровка выполнена в виде отдельных металлических секторов, обрешиненных по традиционной технологии методом горячей вулканизации в пресс-форме сравнительно небольших размеров и прикрепленных к барабану с помощью резьбовых и припасованных элементов, позволяющих передавать усилие рабочего движения от приводного барабана транспортной ленте.

Подобная конструкция изделия и технология производства используется для создания обрешиненных направляющих подшипников гидротурбин, работающих на водяной смазке. Только в отличие от приводного барабана конвейера, в

направляющем подшипнике обрешинивается внутренняя поверхность корпуса подшипника, также крупной кольцевой детали, смонтированной в трудно доступном месте, требующей для своей замены проведения сложных монтажных работ и длительной остановки гидроагрегата.

При наличии готового запасного комплекта секторов их замену на установленном на конвейере барабане можно последовательно произвести, смещая заменяемый сектор барабана в зону, не обхваченную лентой. Наличие запасного комплекта сменных секторов футеровки барабана делает достаточно сложную и ответственную процедуру их подготовки к

установке на барабан независимой от эксплуатации конвейера. А сам процесс такой замены резиновой футеровки барабана ленточного конвейера позволяет предельно сократить время его вынужденной остановки и резко увеличить эффективность ремонта.

Выводы

1. В настоящее время замена изношенной футеровки приводного барабана ленточного конвейера возможна только в стационарных условиях специализированного предприятия после разборки приводной станции конвейера.

2. В статье предложена конструкция быстрозаменяемой футеровки приводного барабана, позволяющая производить ремонт футеровки на месте эксплуатации конвейера без его разборки.

Библиографический список

1. Зенков Р.Л. Машины непрерывного транспорта / Р.Л. Зенков, И.И. Ивашков, Л.Н. Колобов. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
2. Васильев, М.В. Конвейеры большой протяженности на открытых работах / М.В. Васильев. – М.: Недра, 1977. – 264 с.
3. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 608 с.
4. Шулькин, Л.П. Повышение эффективности работы ленточных и винтовых конвейеров на комбинате строительных материалов / Л.П. Шулькин // Электронный научный журнал: «Инженерный вестник Дона». – Ростов-на-Дону, 2013 – № 4, http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_35_schulkin_1.pdf_2177.pdf
5. Касьянов, В.Е. Определение максимальной нагруженности деталей с помощью моделирования / В.Е. Касьянов, Л.П. Шулькин // Электронная версия журнала «Научное обозрение». – 2014. – № 10 (3).
6. Спиваковский А.О. Карьерный конвейерный транспорт / А.О. Спиваковский, М.Г. Потапов, Г.В. Приседский. – М.: Недра, 1979. – 264 с.
7. Беленький, Д.М. Магистральные конвейеры / Д.М. Беленький. – М.: Недра, 1965. – 219 с.
8. Спиваковский, А.О. О приводе мощных ленточных конвейеров для открытых и подземных горных разработок / А.О. Спиваковский // Изв. вузов. Горный журнал. – 1976. – № 11. – С. 47-50.
9. Беленький, Д.М. Пластинчатые конвейеры / Д.М. Беленький, Д. Кузнецов – М.: Недра, 1971. – 184 с.
10. Шахмейстер, Л.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев – М.: Машиностроение, 1978. – 392 с.

IMPROVING THE DESIGN AND TECHNOLOGY OF REPAIR CONVEYOR EQUIPMENT

A.V. Novkunskiy, A.A. Novkunskiy,
M.O. Tumanyan, L.P. Chulkin

Abstract. The article analyzes the methods of repair of rubberized drum belt. On the basis of the analysis it was found that replacing worn-out rubber lining of the drum is only possible at the factory after dismantling the drive station of the conveyor. The authors proposed the design of the quick change of the lining of the drum in the form of a set of separate rubber sections with threaded mount to the drum. This allows the relining of the drum on site without disassembly.

Keywords: conveyor belt, drive pulley, repair of the rubber lining of the drum.

References

1. Zenkov R.L., Ivashkov I.I., Kolobov L.N. *Mashiny nepreryvnogo transporta* [Cars of continuous transport]. Moscow, Mashinostroenie, 1987. 432 p.
2. Vasil'ev M.V. *Konveyery bol'shoy protyazhyonnosti na otkrytykh rabotakh* [Conveyors of big extent at open works]. Moscow, Nedra, 1977. 264 p.
3. Beleckiy B.F., Bulgakova I.G. *Stroitel'nye mashiny i oborudovanie* [Construction cars and equipment]. Rostov-na-Donu.: Feniks, 2005. 608 p.
4. Shul'kin L.P. *Povyshenie effektivnosti raboty lentochnykh i vintovykh konveyerov na kombinatе stroitel'nykh materialov* [Increase of overall performance of tape and screw conveyors at combine of construction materials]. *EHlektronnyy nauchnyy zhurnal: Inzhenernyy vestnik Dona*, Rostov-na-Donu, 2013, no 4.
5. Kas'yanov V.E, Shul'kin L.P. *Opredelenie maksimal'noy nagruzhennosti detaley s pomoshch'yu modelirovaniya* [Determination of the maximum loading of details by means of modeling]. *EHlektronnaya versiya zhurnala Nauchnoe obozrenie*, 2014, no 10 (3).
6. Spivakovskii A.O., Potapov M.G., Prisedskii G.V. *Karernii konveiernii transport* [Career conveyor transport]. Moscow, Nedra 1979. 264 p.
7. Belen'kiy D.M. *Magistral'nye konveyery* [Main conveyors]. Moscow, Nedra, 1965. 219 p.
8. Spivakovskiy A.O. *O privode moshhnykh lentochnykh konveyerov dlya otkrytykh i podzemnykh gornyykh razrabotok* [About the drive of powerful tape conveyors for open-cast and underground mountain minings]. *Izv. vuzov. Gornyy zhurnal*, 1976, no 11. pp. 47-50.
9. Belen'kiy D.M., Kuznetsov D. *Platinchatye konveyery* [Lamellar conveyors]. Moscow, Nedra, 1971. 184 p.
10. Shahmejster L.G., Dmitriev V.G. *Teoriya i raschet lentochnykh konveyerov* [Theory and calculation of tape conveyors]. Moscow, Mashinostroenie, 1978. 392 p.

Новкунский Александр Вячеславович (Россия, г. Самара) – директор ООО «Нониус» (г. Самара ул. Гидротурбинная д. 13 e-mail: 8644372566@mail.ru).

Новкунский Алексей Александрович (Россия, г. Санкт-Петербург) – кандидат технических наук; Институт энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета (195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: 9110957043@mail.ru).

Туманян Манасер Овсепович (Россия, г. Ростов-на-Дону) – зав. лабораторией кафедры ТЭСАО ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет» (г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, e-mail: manastum@mail.ru).

Шулькин Леонид Прокофьевич (Россия, г. Ростов-на-Дону) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация, автоматизация и энергообеспечение строительства» ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет» (г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, e-mail: dmitrnd@yandex.ru).

Novkunsky Alexander Vyacheslavovich (Russian Federation, Samara) – director of LLC Nonius (Samara Gidroturbinnaya St. of of 13 e-mails: 8644372566@mail.ru).

Novkunsky Alexey Aleksandrovich (Russian Federation, St. Petersburg) – candidate of technical sciences; Institute of power and transport systems of the St. Petersburg polytechnical university (195251, St. Petersburg, Politekhnikeskaya St., 29, e-mail: 9110957043@mail.ru).

Tumanyan Manaser Ovsepovich (Russian Federation, Rostov-on-Don) – manager laboratory of department of TESA O FGBOU VPO "Rostov state construction university" (Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya St., 162, e-mail: manastum@mail.ru).

Shchulkin Leonid Prokofyevich (Russia, Rostov-on-Don) – candidate of technical sciences, the associate professor "Mechanization, Automation and Power Supply of Construction" department FGBOU VPO "The Rostov state construction university" (Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya St., 162, e-mail: dmitrnd@yandex.ru).

УДК 621.879

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ ПРИВОДОМ ПОВОРОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

В.В. Савинкин¹, В.Н. Кузнецова², В.Г. Яковлев³

¹ Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан;

² ФГБОУ ВПО «СибАДИ», г. Омск, Россия;

³ Товарищество с ограниченной ответственностью «Мехколонна - 60», г. Петропавловск, Казахстан.

Аннотация. Технологические операции гидропривода одноковшового экскаватора осуществляются при высоких затратах энергии, большая доля которой приходится на преодоление сил сопротивления и перемещение собственных масс рабочего оборудования. При этом мощные гидравлические механизмы и рабочее оборудование испытывают циклически изменяющиеся нагрузки при выполнении технологических операций. В статье приводится описание разработанной системы управления энергоэффективным приводом поворотной платформы одноковшового экскаватора, предназначенной для регулирования и оптимального распределения сил и моментов сил между усилителем и гидромотором, что приводит к снижению энергонапряженности гидропривода как минимум в 1,2 раза.

Ключевые слова: энергоэффективность, следящая система, алгоритм, силы сопротивления, кинематическая пара.

Введение

У большинства существующих экскаваторов поворотная платформа вращается посредством гидропривода, включающего в себя основные элементы:

гидронасос, гидродвигатель и гидрораспределительную систему. Особенностью работы гидропривода является непостоянство крутящего момента на валу приводной шестерни и момента

инерции, вызванные переходными режимами эксплуатации [1,2,3]. Непостоянный во времени момент инерции поворотной платформы создает две проблемы при работе экскаватора: 1) для оператора экскаватора было бы эргономичнее, если бы между положением рычага управления и скоростью разгона и торможения поворотной платформы была однозначная взаимосвязь, не зависящая от загруженности ковша и его местоположения (геометрии стрелы), т.е. не зависящая от момента инерции поворотной платформы. В настоящее время эта задача не решена; 2) в некоторых, особо критических случаях большой момент инерции поворотной платформы может привести к недопустимо большому крутящему моменту на валу гидродвигателя привода поворотной платформы. Для недопущения разрушения зубчатой передачи в этой ситуации предусмотрен предохранительный перепускной клапан, ограничивающий максимальный перепад давления потока рабочей жидкости на гидродвигателе и соответственно максимальный крутящий момент [3]. При срабатывании предохранительного клапана понижается скорость разгона и торможения поворотной платформы, снижается энергоэффективность работы гидропривода и долговечность нагруженных элементов в целом.

Результаты теоретических и практических исследований

Для устранения этих двух недостатков и повышения энергоэффективности экскаватора предложено гибридизировать гидропривод поворотной платформы автоматизированным электроприводом на основе двигателя постоянного тока (ДПТ), на валу которого будет собственное зубчатое колесо, способное передавать зубчатому венцу поворотной платформы максимальный крутящий момент, близкий или равный крутящему моменту гидропривода. При разгоне поворотной платформы питание ДПТ будет осуществляться от аккумуляторных батарей, напряжением 24 В, питающих бортовую электросеть экскаватора. При

торможении ДПТ будет переключаться в режим рекуперации, т.е. режим генератора постоянного тока (ГПТ) и заряжать аккумуляторные батареи.

Автоматизированный электропривод позволит повысить эффективность использования гидропривода и компенсировать изменение момента инерции поворотной платформы экскаватора [4,5]. Теоретически целесообразно создать систему управления по возмущению, которая будет полностью компенсировать изменение момента инерции поворотной платформы. Однако фактически это, во-первых, потребовало бы дополнительно установить датчик загрузки ковша и датчики положения на все плечи стрелы экскаватора для расчета расстояния от центра масс ковша до оси вращения поворотной платформы при разработке как талых, так и мерзлых грунтов [6]; во-вторых, невозможно было бы учесть остальные факторы, влияющие на крутящий момент привода поворотной платформы (например, такие факторы, как механическое трение в приводе поворотной платформы и вязкое трение в случае движения ковша в жидкой среде) [7]. Кроме того, на скорость разгона и торможения поворотной платформы может влиять и переменная ветровая нагрузка, с трудом поддающаяся расчету и компенсации.

Угловое ускорение поворотной платформы при переходных режимах (разгон и торможение) должно однозначно определяться положением рычага управления золотниковым устройством гидропривода и углом поворота от момента начала разгона (торможения) при значении момента инерции поворотной платформы, составляющем от 50 до 150 % критического. Критическим считается такой момент инерции, при котором срабатывает предохранительный перепускной клапан гидропривода в момент начала разгона. Для реализации вышеуказанной цели управления необходимо контролировать и регулировать ряд параметров (табл. 1) [7].

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Таблица 1 – Контролируемые параметры САУ приводом поворотной платформы экскаватора

Наименование параметра, место отбора измерительного импульса	Заданное значение параметра	Визуализация информации				Регулирование	Наименование регулирующего воздействия, место установки регулирующего органа	Вид среды в местах установки			
		показание	регистрация	суммирование	сигнализация			датчиков		регулирующих органов	
								агрессивная	пожаро- и взрывоопасная	агрессивная	пожаро- и взрывоопасная
Крутящий момент на валу гидродвигателя (разность давлений на входе и выходе гидродвигателя)	$0 \div 18 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ($0 \div 4,6 \pm 0,1 \text{ МПа}$)	+	+	-	-	+	Изменение крутящего момента на валу двигателя постоянного тока	Нет	Да	Нет	Да
Угловое ускорение поворотной платформы экскаватора при разгоне	$0 \div 0,6 \pm 0,03 \text{ рад/с}^2$	+	+	-	-	+	Изменение крутящего момента на валу двигателя постоянного тока	Нет	Да	Нет	Да
Угловое ускорение поворотной платформы экскаватора при торможении	$0 \div 0,76 \pm 0,03 \text{ рад/с}^2$	+	+	-	-	+	Изменение крутящего момента на валу двигателя постоянного тока в режиме рекуперативного торможения	Нет	Да	Нет	Да
Угловая скорость поворотной платформы экскаватора в период движения между разгоном и торможением	$0 \div 1,7 \pm 0,1 \text{ рад/с}$	+	+	-	-	+	Изменение крутящего момента на валу двигателя постоянного тока	Нет	Да	Нет	Да
Состояние предохранительного перепускного клапана	Срабатывает при давлении более 17 МПа	-	+	-	-	+	-	Нет	Да	Нет	Да

Для создания системы автоматического управления приводом поворотной платформы экскаватора применим программируемый логический контроллер (ПЛК). Данный контроллер предназначен для сбора, обработки информации, формирования (ФНУ, ФИУ), усиления (УР), сравнения (УС) и распределения импульсов (РИ), реализации функции контроля, программного управления, регулирования, противоаварийных защит и блокировок и может работать как автономное устройство

управления. Кроме того, возможно его использование в качестве локального устройства управления в составе сложной распределенной системы управления [7].

Информация о значениях всех регулируемых и контролируемых параметров поступает на панель приборов экскаватора. При этом информация о текущем состоянии привода поворотной платформы и значениях регулируемых и контролируемых параметров может отображаться на видеотерминале (дисплее ПЭВМ), а наиболее важная

информация может выводиться на регистрирующее устройство. Поступающая на панель приборов (или дисплей ПЭВМ) информация используется оператором при управлении поворотной платформой экскаватора.

Следующий этап решения задачи автоматизации – определение контуров регулирования и контроля. На основе анализа параметров и характеристик привода поворотной платформы экскаватора как объекта управления выделены пять основных контуров регулирования и контроля, а также разработана функциональная схема автоматизации (рис. 1):

- 1-й контур – регулирование крутящего момента на валу гидродвигателя за счет изменения крутящего момента на валу двигателя постоянного тока. Данный контур обеспечивает разгон поворотной платформы экскаватора с заданным ускорением в диапазоне значений момента инерции поворотной платформы, составляющем от 50 до 150 % от критического за счет изменения крутящего момента на валу ДПТ (поз. 1 - 4).

При моменте инерции менее 50 % от критического значения поворотная платформа приводится в движение исключительно гидродвигателем (как при выключенной САУ). Если есть необходимость строго придерживаться заданного углового ускорения, то это может быть обеспечено переключением ДПТ (поз. 1 - 4) в режим рекуперативного торможения либо автоматической корректировкой пропускной способности дроссельного устройства управления расходом рабочей жидкости в гидродвигатель;

- 2-й контур – регулирование углового ускорения поворотной платформы экскаватора при разгоне за счет изменения крутящего момента на валу двигателя постоянного тока. Данный контур обеспечивает торможение поворотной платформы экскаватора с заданным ускорением в диапазоне значений момента инерции поворотной платформы, составляющем от 50 до 150 % критического, за счет изменения крутящего момента на валу ДПТ (поз. 1 - 4), переключенного в режим рекуперативного торможения.

При моменте инерции менее 50 % критического значения поворотная платформа тормозится исключительно гидродвигателем. При этом угловое

ускорение поворотной платформы (по модулю) может несколько превышать заданное значение, если это допустимо по технологическим и эргономическим требованиям. Информация с датчиков (поз. 2 - 1 и 2 - 2) поступает на аналоговые входы ПЛК. В ПЛК происходит интегрирование по времени сигнала с датчика (поз. 2 - 2) для расчета угла поворота поворотной платформы и дифференцирование по времени этого же сигнала для расчета углового ускорения поворотной платформы;

- 3-й контур – регулирование углового ускорения поворотной платформы экскаватора при торможении за счет изменения крутящего момента на валу двигателя постоянного тока. Угловая скорость поворотной платформы измеряется датчиком (поз. 2 - 2). Сигнал с датчика поступает на аналоговый вход ПЛК и используется в качестве сигнала обратной связи в системе автоматической стабилизации угловой скорости вращения поворотной платформы экскаватора в период движения между разгоном и торможением.

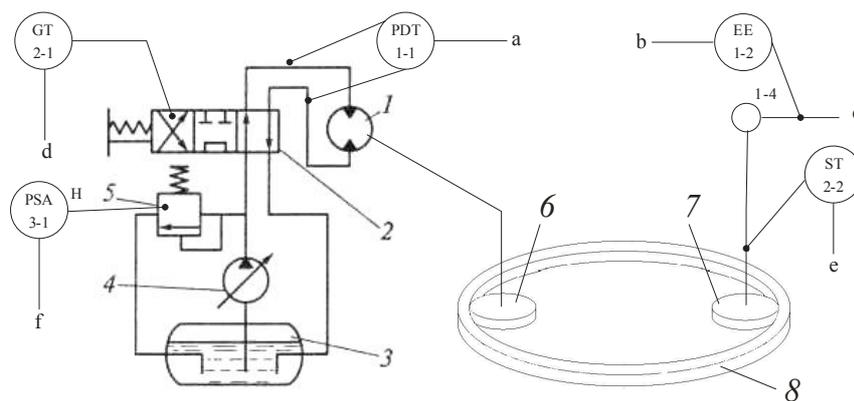
С выхода ПЛК по шине RS - 232 информация о текущем значении угловой скорости поступает на управляющую ПЭВМ и выводится на экран видеотерминала;

- 4-й контур – регулирование угловой скорости поворотной платформы экскаватора в период движения между разгоном и торможением за счет изменения крутящего момента на валу двигателя постоянного тока. Дискретный токовый сигнал о состоянии предохранительного перепускного клапана поступает с датчика (поз. 3 - 1) на дискретный вход ПЛК.

С выхода ПЛК по шине RS - 232 информация о состоянии предохранительного перепускного клапана поступает в управляющую ПЭВМ. С дискретного выхода ПЛК токовый сигнал поступает на сигнальную лампу (поз. 3 - 2) на панель приборов экскаватора.

На основании разработанной функциональной схемы автоматизации привода поворотной платформы экскаватора (рис. 1) и исследовании особенностей описанных контуров управления разработана схема системы автоматизированного управления (САУ) (рис. 2);

- 5-й контур – контроль состояния предохранительного перепускного клапана.



		a	b	c	d	e	f
Приборы по месту							
Стенд преобразователей							
Пульт управления	ПЛК						
	Аналоговый вход	•	•		•	•	
	Аналоговый выход			•			
	Дискретный вход			•			
	Дискретный выход					•	
ПЭВМ	Видеотерминал	•	•		•	•	•
	Печать						
	Пульт управления						

Рис. 1. Функциональная схема автоматизации привода поворотной платформы экскаватора

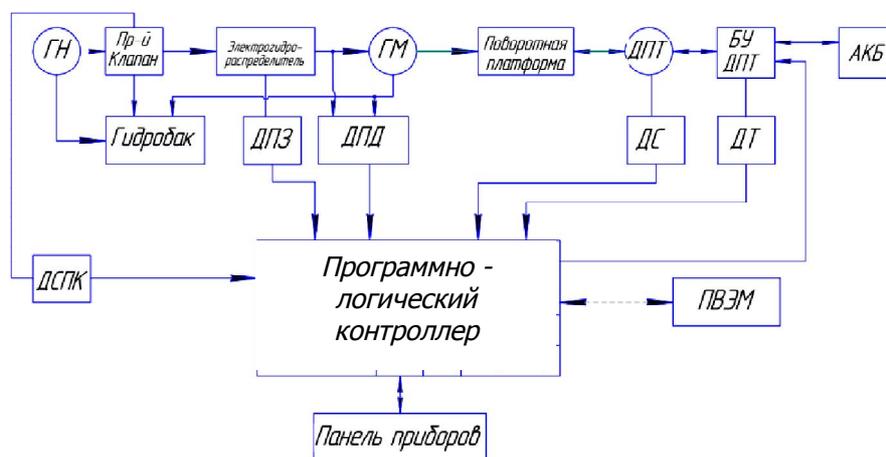


Рис. 2. Структурная схема системы автоматизированного управления (САУ) работой энергосберегающего привода поворотной платформы экскаватора

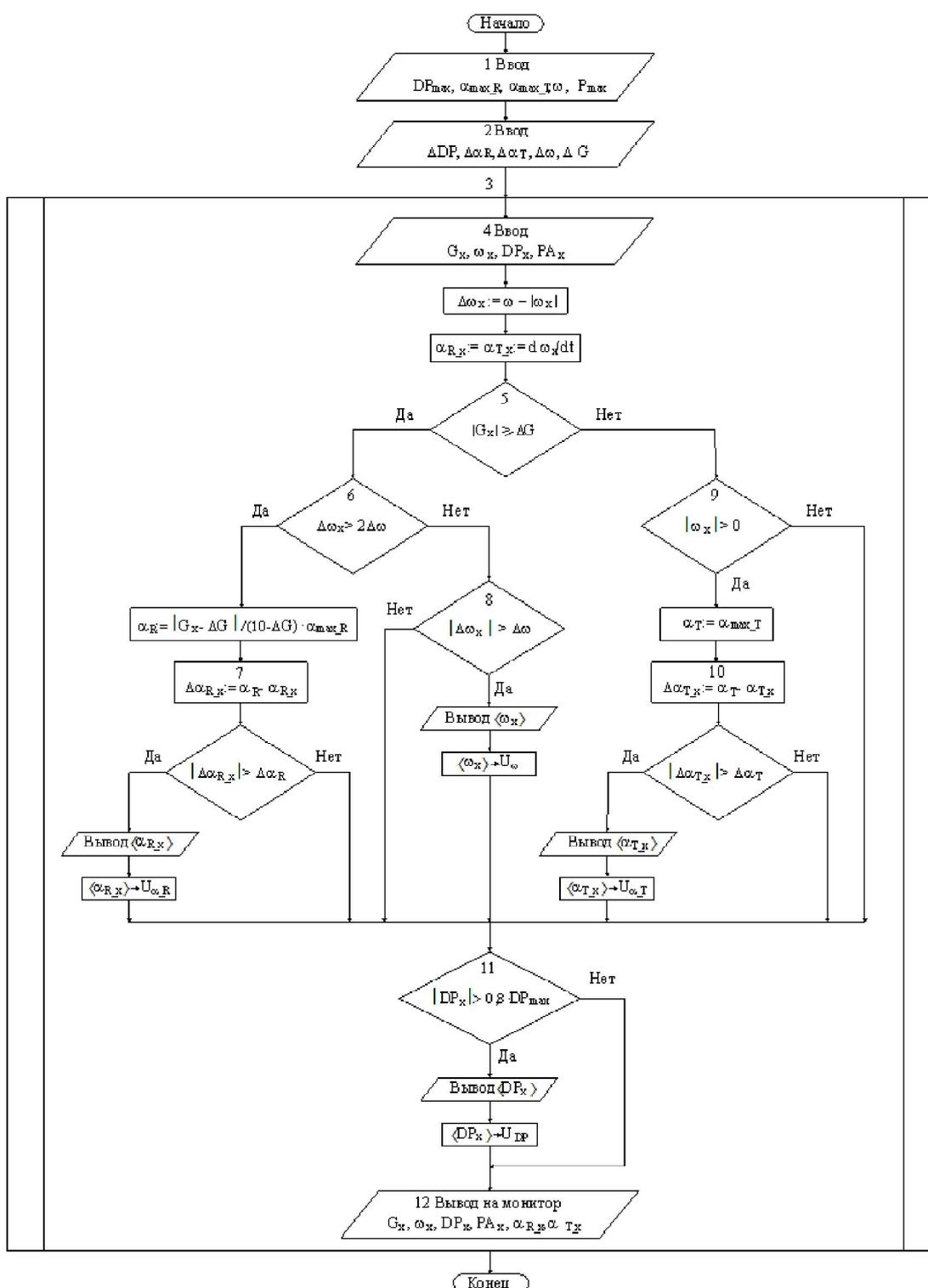


Рис. 3. Блок-схема алгоритма управления

Помимо перечисленных выше основных контуров регулирования и контроля электропривод поворотной платформы экскаватора снабжен релейной защитой: тепловой защитой и защитой от токов короткого замыкания.

Алгоритм управления технологическим процессом (рис. 3) состоит из следующих этапов: ввод заданных значений параметров регулирования; ввод допустимых отклонений параметров процесса; переход на подпрограмму контроля и регулирования

параметров поворотной платформы экскаватора; ввод текущих значений параметров процесса; контроль текущего значения; выбор режима разгона или вращения с постоянной скоростью; контроль текущего значения α_{R_X} (в режиме разгона); контроль текущего значения ω_X (в режиме вращения с постоянной скоростью); выбор режима торможения или режима остановки (стоянки); контроль текущего значения α_{T_X} (в режиме торможения); контроль текущего значения D_{P_X} ; вывод на видеотерминал (монитор); переход на 4-й этап.

Заключение

В заключение можно отметить, что внедрение разработанного энергоэффективного привода поворота платформы с электрорекуператором позволило решить научную проблему повышения энергоэффективности процесса поворота платформы. Положительный технический эффект достигнут за счет перераспределения моментов сил инерции $\phi = 35000\text{--}36000$ Н по большему числу контактных площадей. Возникающие моменты сил инерции ϕ от динамических нагрузок и собственных масс удалось преобразовать в электрический вид энергии и обеспечить автоматическое управление их величинами при переходных режимах движения $t_n - t_i$. Энергоемкость процесса поворота платформы снизилась на 12 %. Снижение концентрации действующих напряжений до $\sigma_i = 800 - 900$ МПа и распределение их по контактной площади $\sum l_{ki}$ кинематических пар зацепления позволило обеспечить их высокую долговечность $N_\Sigma = 12 \cdot 10^6$.

Предложенная система автоматизации энергоэффективного привода поворота платформы с рекуперацией энергии повысит точность управления динамическими нагрузками с расширением применимости эффективных диапазонов технических параметров. Предложенная система регулирования существенно раскрывает понимание вопросов теории долговечности и влияние степени рекуперации на ресурс агрегатов.

В связи с тем, что в работу привода поворота платформы включен электрорекуператор, одной из важных задач остается описание процессов движения поворотной платформы при неустановившихся режимах с применением электрорекуператора.

Библиографический список

1. Воловиков, Б.П. Оптимизация параметров устройства для снижения динамических нагрузок в гидроприводах погрузочных манипуляторов: дис... канд. техн. наук / Воловиков Б.П. – Омск, 1984. – 200 с.
2. Павлов, В.П. Анализ расчетных положений рабочего оборудования экскаватора в среде *SOLID WORKS-visual/NASTRAN* / В.П. Павлов // САПР и графика. – 2007. – № 2. – С. 38 – 41.
3. Романов, Д.Б. Исследование статических и динамических характеристик гидравлического привода с пропорциональным электрическим управлением / Д.Б. Романов, В.И. Голубев // Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика: докл. Всероссийской научно-техн. конф. студентов и аспирантов. 9 декабря 2010 г., Москва. – М.: Изд-во МЭИ, 2010. – С. 153–159.
4. Кузнецова, В.Н., Савинкин, В.В. Анализ эффективности гидросистемы одноковшового экскаватора при рекуперации энергии потока рабочей жидкости // Вестник СибАДИ. – 2014. – № 5 (39). – С. 21– 29.
5. Ананин, В.Г. Функциональное моделирование приводов и рабочего оборудования строительных и дорожных машин / В.Г. Ананин // Механизация строительства. – 2002. – № 12. – С. 12–18.
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. Савинкин, В.В. Развитие теории энергоэффективности одноковшового экскаватора: дис... д-ра техн. наук / В.В. Савинкин. – Омск, 2016. – 390 с.

DEVELOPMENT OF THE HYBRID CONTROL SYSTEM OF THE ENERGY SAVING DRIVE OF THE SINGLE-BUCKET ROTARY PLATFORM OF THE EXCAVATOR

V.B. Savinkin, V.N. Kuznetsova, V.G. Yakovlev

Abstract. Technological operations hydrodrive shovel made at high energy costs, a large share of which is to overcome the resistance forces and the movement of the working masses of their own equipment. This powerful hydraulic machinery and work equipment tested cyclically varying load in the performance of technological operations. The article describes the control system developed energy-efficient drive turntable shovel designed for regulation and optimal distribution of forces and moments of forces between the amplifier and the hydraulic motor, which leads to a decrease in energy intensity of the hydraulic drive at least 1,2 times.

Keywords: energy efficiency, servosystem, algorithm, the resistance force, the kinematic pair.

References

1. Volovikov B.P. *Optimizacija parametrov ustrojstva dlja snizhenija dinamicheskikh nagruzok v gidroprivodah pogruzochnyh manipulatorov: dis. kand. tehn. nauk* [Optimizing the machine settings to reduce the dynamic loads in hydraulic loading manipulators: dis cand. tehn. science]. Omsk, 1984. 200 p.
 2. Pavlov V.P. Analiz raschetnyh polozhenij rabocheho oborudovanija jekskavatora v srede SOLID WORKS-visualNASTRAN [Analysis of estimated positions of the excavator working equipment among SOLID WORKS-visual NASTRAN]. *SAPR i grafika*, 2007, no 2. pp. 38 - 41.
 3. Romanov D.B., Golubev V.I. Issledovanie staticheskikh i dinamicheskikh karakteristik gidravlicheskogo privoda s proporcional'nym jelektricheskim upravleniem [The study of static and dynamic characteristics of the hydraulic drive with proportional electric control]. *Gidravlicheskie mashiny, gidroprivody i gidropnevmoavtomatika: dokl. Vserossijskoj nauchno-tehn. konf. studentov i aspirantov. 9 dekabrja 2010*. Moscow. pp. 153-159.
 4. Kuznetsova V.N., Savinkina V.V. Analiz jeffektivnosti gidrosistemy odnokovshovogo jekskavatora pri rekuperacii jenerгии potoka rabochej zhidkosti [Analysis of the effectiveness of the hydraulic shovel at a recovery of working fluid flow energy]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 5 (39). pp. 21- 29.
 5. Ananin V.G. unkcional'noe modelirovanie privodov i rabocheho oborudovanija stroitel'nyh i dorozhnyh mashin [Functional modeling drives and working equipment and road construction machinery]. *Mehanizacija stroitel'stva*, 2002, no 12. pp. 12 - 18.
 6. Kuznetsova V.N. *Razvitie nauchnyh osnov vzaimodejstvija kontaktnoj poverhnosti raboчих organov zemlerojnyh mashin s merzlymi gruntami: dis. doctor technical sciences 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. tehn. sciences]. Omsk, 2009. 259 p.
 7. Savinkin V.V. *Razvitie teorii jenergojeffektivnosti odnokovshovogo jekskavatora doctor technical sciences nauk* [Development of energy efficiency theory shovel: dis. dr. tehn. sciences]. Omsk, 2016. 390 p.
- Савинкин Виталий Владимирович (Казахстан, г. Петропавловск) – кандидат технических наук, доцент Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева (150000, Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86).*
- Кузнецова Виктория Николаевна (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, ул. Мира, 5, e-mail: dissovetsibadi@bk.ru).*
- Яковлев Валерий Геннадьевич (Казахстан, г. Петропавловск) – главный инженер Товарищество с ограниченной ответственностью «Мехколонна - 60», (150000 Казахстан г. Петропавловск, ул. Г Мусрепова, 36).*
- Savinkin Vitaliy Vladimirovich (Kazakhstan, Petropavlovsk) – candidate of technical sciences, of The North Kazakhstan state university of M. Kozymbayev (150000, Kazakhstan, Petropavlovsk, Pushkin St., 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)*
- Yakovlev V.G. (Kazakhstan, Petropavlovsk) is the chief engineer the Limited liability company "the Mobile Mechanical Division - 60", (150000 Kazakhstan Petropavlovsk, st. Of Musrepov, 36).*

УДК 625.76.08

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН ПУТЁМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАРАБОТКИ

Р.Ф. Салихов, Т.М. Чудова, Р.Р. Валиев
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Статья посвящена эксплуатационному методу повышения надёжности строительных и дорожных машин путём совершенствования существующей системы измерения наработки. Для решения поставленной задачи разработана конструкция устройства для измерения наработки транспортными и транспортно-технологическими машинами с дизельным двигателем внутреннего сгорания. Предлагаемое устройство позволяет с большей точностью измерять величину наработки, обладает меньшей трудоёмкостью снятия и установки его на машину по сравнению с аналогами.

Ключевые слова: надёжность, система измерения наработки, затраченная энергия, ресурс.

Введение

Для оценки технического состояния строительных и дорожных машин (СДМ) применяются различные показатели эксплуатационной надёжности: наработка до отказа, вероятность безотказной работы, коэффициент готовности, коэффициент технического использования (КТИ), ресурс до капитального ремонта узлов и агрегатов (РКР) и т. д. В данной статье особое внимание будет уделено таким показателям как КТИ и РКР. Данные показатели напрямую зависят от режимов технической эксплуатации: периодичности и трудоёмкости технических обслуживаний и ремонтов. Для сокращения количества технических воздействий существуют различные методы повышения надёжности СДМ: конструктивные, технологические, эксплуатационные [1,2].

Авторами рассматривается эксплуатационный метод повышения надёжности, в котором особое внимание уделено совершенствованию организации технических обслуживаний и ремонтов машин.

Заводы-изготовители устанавливают средний ресурс до капитального ремонта (КР) узла или агрегата при условии соблюдения режимов технической эксплуатации. Однако в процессе эксплуатации СДМ ввиду влияния различных факторов узлы и агрегаты имеют значительный разброс по ресурсу, например, замена гидронасосов варьируется в пределах от 3000 до 7000 моточасов на одноковшовых экскаваторах [3]. Вследствие чего приходится снижать наработку до первого диагностирования. Это приводит к дополнительным выводам техники из эксплуатации, простоям, что снижает КТИ. Следует отметить, что для сокращения величины разброса РКР агрегатов и узлов необходимо повышать точность системы измерения наработки.

Для измерения наработки применяют следующие показатели наработки: моточас, машиночас, объём выполненных работ, количество израсходованного топлива, которые, однако, не лишены недостатков [4]. Альтернативным показателем является величина затраченной энергии (ЗЭ) (работы),

предложенная такими авторами как И.Ф. Дьяковым и В.Н. Басковым. В ходе анализа характера нагрузок на СДМ, было выявлено, что этот показатель является одним из наиболее точных. Следует отметить, что ЗЭ определяется по следующим параметрам: а) по крутящему моменту коленчатого вала; б) по ходу топливной рейки топливного насоса высокого давления; в) по давлению разряжения во впускном коллекторе; г) по среднеквадратичному отклонению амплитуды вибросигнала. Для измерения ЗЭ были предложены различные устройства для измерения наработки машин (работомеры) [5,6].

Однако устройство И.Ф. Дьякова обладает следующими недостатками: контроль работы двигателя внутреннего сгорания транспортного средства нарушается в ходе эксплуатации техники, так как в процессе работы машины возникают различные неисправности впускного коллектора (изменение геометрии проходного сечения, негерметичность), засоренность воздушного фильтра, влияние изменения атмосферного давления, – всё это может внести значительные погрешности в показания предлагаемого прибора и не соответствовать действительному давлению внутри впускного коллектора. Кроме того, присутствует необходимость в упрощении монтажа предлагаемого устройства.

Недостатком устройства В.Н. Баскова можно считать то, что измерение степени загрузки двигателя внутреннего сгорания (ДВС) по ходу топливной рейки в течение длительной эксплуатации приводит к высокой погрешности показаний величины затраченной энергии. Это связано с тем, что в процессе эксплуатации возникает расхождение между количеством подаваемого топлива и величиной хода топливной рейки, вызванное износом плунжерных пар (рис.1) [7]. Исходя из проведённых исследований снижение производительности плунжерной пары составляет в среднем 20-25%. Кроме того, высока трудоёмкость монтажа датчика на топливную рейку топливного насоса высокого давления различных видов ДВС.

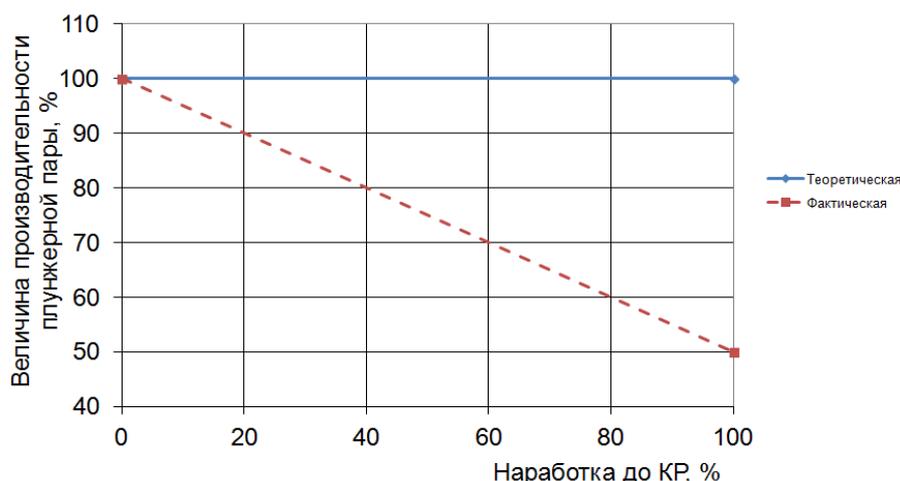


Рис. 1. Величина изменения производительности плунжерной пары топливного насоса высокого давления дизельного ДВС от наработки

Предложенное авторами устройство для измерения наработки транспортных и транспортно-технологических машин включает в себя два датчика, первый из них – датчик частоты вращения коленчатого вала (генератор переменного напряжения) (1), второй – вибрационный датчик (2), смонтированный на трубку высокого давления (7), которая крепится с одной стороны к

штуцеру топливного насоса высокого давления (6), а с другой стороны к форсунке (8) системы питания двигателя внутреннего сгорания (5). Сигналы с датчиков затем обрабатываются при помощи программного обеспечения электронного блока регистрации и расчёта параметров (3) и передаются на цифровое табло (4) (рис. 2) [8].

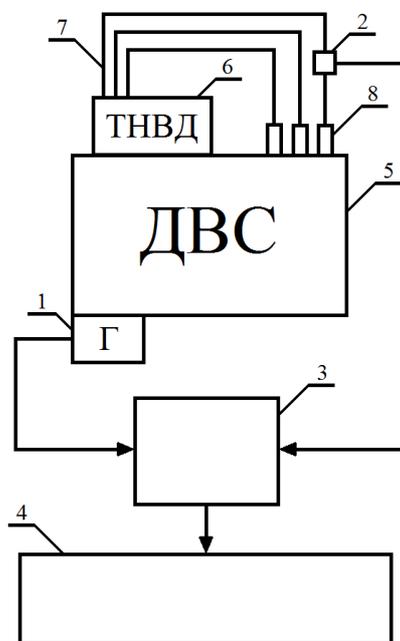


Рис. 2. Схема устройства для измерения наработки транспортных и транспортно-технологических машин: 1 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 2 – вибрационный датчик; 3 – электронный блок регистрации и расчёта параметров; 4 – цифровое табло; 5 – двигатель внутреннего сгорания; 6 – топливный насос высокого давления; 7 – трубка высокого давления; 8 – форсунка

Устройство работает следующим образом. На двигателе внутреннего сгорания (5) установлен датчик частоты вращения коленчатого вала (штатный генератор переменного напряжения) (1), который отображает количество оборотов в единицу времени. Также на трубку высокого давления (7), которая крепится с одной стороны к штуцеру топливного насоса высокого давления (6), а с другой стороны к форсунке (8) системы питания двигателя внутреннего сгорания (5), монтируется вибрационный датчик (2), отображающий амплитуду вибросигнала, прямо пропорциональную величине цикловой подачи топлива. Использование показаний с датчиков режимов работы двигателя (1 и 2) для расчёта мощностных параметров и наработки производятся непрерывно, пока работает двигатель внутреннего сгорания (5) вплоть до его выключения. Сигналы с датчиков поступают в электронный блок регистрации и расчёта параметров (3), где проходит их дальнейшая обработка для определения величины затрачиваемой энергии. Амплитуда вибросигнала с вибрационного датчика с помощью разработанного алгоритма преобразуется в действительную величину цикловой подачи топлива, зависящей от хода топливной рейки [9]

$$G_u(h_p) = f(h_p), \quad (1)$$

где $G_u(h_p)$ – функция цикловой подачи от хода топливной рейки, мм³/цикл; G_u – цикловая подача топлива, мм³/цикл; $f(h_p)$ – функция хода топливной рейки, мм; h_p – величина хода топливной рейки, мм.

Доля величины хода топливной рейки двигателя внутреннего сгорания h_p соответствует коэффициенту использования двигателя внутреннего сгорания по мощности [10,11]. Зная коэффициент использования двигателя внутреннего сгорания по мощности и среднюю частоту вращения коленчатого вала, можно будет определить величину затраченной мощности по известной формуле [12]

$$N_e = \bar{k}_{ум} \cdot N_{max} \cdot \frac{n_e}{n_N} \left[0,87 + 1,13 \frac{n_e}{n_N} - \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right], \quad (2)$$

где $\bar{k}_{ум}$ – коэффициент использования двигателя внутреннего сгорания по мощности; N_{max} – максимальная мощность

двигателя, кВт; n_e – число оборотов коленчатого вала в искомой точке скоростной характеристики двигателя, об/мин; n_N – число оборотов коленчатого вала, при котором достигается максимальная мощность, об/мин.

Расчёт мощностных параметров производится непрерывно, пока работает двигатель внутреннего сгорания вплоть до его выключения. Для определения ЗЭ рассчитывается среднее значение затраченной мощности за измеряемый промежуток времени. Далее производится умножение среднего значения затраченной мощности на продолжительность измерения

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^I N_{cp} \cdot t_{изм}, \quad (3)$$

где $I = \overline{1..I}$ – номер периода наблюдений; N_{cp} – средняя мощность двигателя, кВт; $t_{изм}$ – период работы двигателя внутреннего сгорания, с.

Текущая величина ЗЭ суммируется с предыдущими значениями, реализованными за промежуток времени от момента начала эксплуатации техники до рассматриваемого периода. Таким образом, производится учёт наработки циклически в течение всего периода эксплуатации машины. Все эти вычислительные операции производятся с помощью разработанной программы электронного блока регистрации и расчёта параметров (3), посредством которой вычисляется величина наработки и выводится на цифровое табло (4).

Далее были рассчитаны и построены графические зависимости изменения диагностического параметра (ДП) концентрации железа в моторном масле от наработки, предельное значение которого определяет ресурс до капитального ремонта ДВС. Расчёты наработки до КР проводились для ДВС Д-180 бульдозера Б-11 по разработанной авторами методике [13]. Учитывая исследования, проведённые Д.Д. Багировым, А.В. Златопольским по изменению радиального зазора зеркала цилиндров, предельного значения концентрации железа в масле, были построены графические зависимости (рис. 3) [14,15]. На рисунке 3 можно наблюдать, что предельное состояние ДП для нового устройства наступит на 2667 мото-часов позже, чем для его аналога, разработанного В.Н. Басковым.

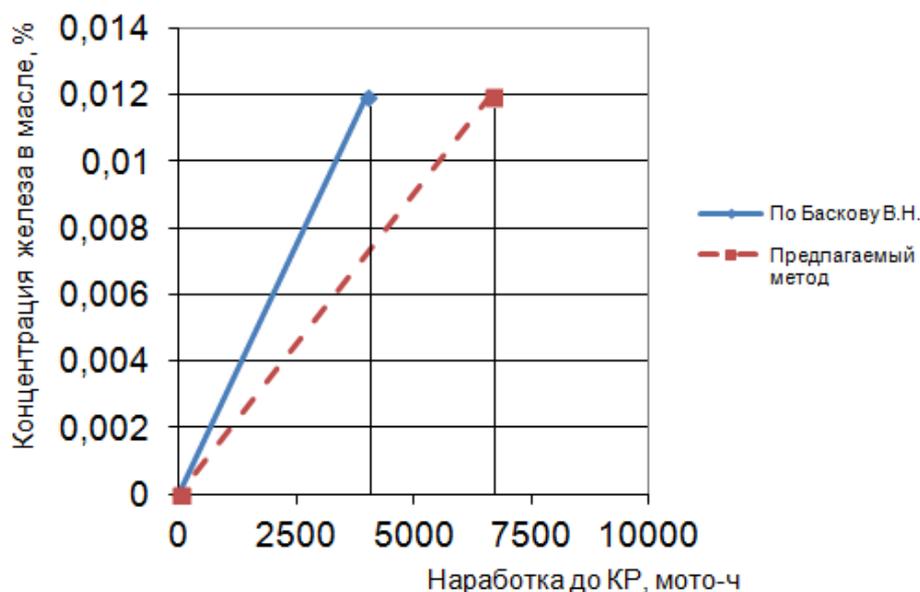


Рис. 3. Зависимость изменения концентрации железа в масле ДВС бульдозера от наработки до КР для $\text{Ким}=0,68$ при различных системах измерения ЗЭ

Вывод

Таким образом, применение предлагаемого устройства повысит точность учёта наработки в среднем на 20-25 %. Это обеспечивается тем, что определение коэффициента использования двигателя по мощности осуществляется не по ходу топливной рейки как у прототипа, а по цикловой подаче топливного насоса высокого давления. Всё это позволяет учитывать ЗЭ с учётом неисправностей элементов топливной системы, связанных с износом плунжерных пар, обратных клапанов, кулачкового вала и пр. и повысить точность учёта наработки узлов и агрегатов СДМ. Предложенное устройство в совокупности с разработанной авторами методикой расчёта определения наработки до КР ДВС повысит как долговечность, так и надёжность СДМ.

Библиографический список

1. Варнаков, В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов и др. – М.: Колос, 2000. – 256 с.
2. Довгяло, В.А. Методы повышения работоспособности машин и механизмов: Курс лекций для студентов по специальности I – 37.02.03 «Техническая эксплуатация погрузочно-разгрузочных, путевых, дорожно-строительных машин и оборудования» / В.А. Довгяло. – Гомель: Белорусский государственный университет транспорта, 2003. – 172 с.

3. Харазов, А.М. Методы оптимизации в технической диагностике машин / А.М. Харазов, С.Ф. Цвид. – М.: Машиностроение, 1983. – 132 с.

4. Иванов, В.Н. Совершенствование системы измерения наработки строительных и дорожных машин / В.Н. Иванов, Р.Ф. Салихов, Т.М. Чудова // Вестник СибАДИ. – 2013. – №6. – С. 15 – 19.

5. А.с. 1254520 СССР, МКИ 4 G 07 C 5/10. Устройство для контроля работы двигателя транспортного средства / Ю.В. Моисеев, И.Ф. Дьяков; Ульяновский политехн. ин-т. – №38110134/24 – 24; Заяв. 30.10.84; Опубл. 30.08.86, Бюл. № 32

6. Полез. модель РФ 36518: МПК G 01 L 3/00: Работомер / В.Н. Басков, А.С. Денисов; заявитель и патентообладатель В.Н. Басков – № 2003118850/20; заявл. 24.06.2003; опубл. 10.03.2004.

7. Ротанов, Е.Г. Снижение износа плунжерных пар ТНВД применением рационального состава дизельного смесового топлива: автореф. дис. на соискание учен. степ. канд. техн. наук: 05.20.03 / Евгений Геннадьевич Ротанов. – Пенза, 2012. – 18 с.

8. Полез. модель РФ 154579: МПК G 01 L 3/24. Устройство для измерения наработки транспортных и транспортно-технологических машин / Р.Ф. Салихов, Т.М. Чудова, Р.Р. Валиев; заявитель и патентообладатель Р.Ф. Салихов – № 2015103698/06; заявл. 04.02.2015; опубл. 27.08.2015, Бюл. № 24.

9. Лиханов, В.А. Испытания ДВС и топливной аппаратуры дизелей: учебное пособие / В.А. Лиханов, Р.Р. Деветьяров. – 3-е изд., испр. и доп. – Киров: Вятская ГСХА, 2008. – 106 с.

10. Расчёт топливной экономичности автомобиля [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://transportport.ru/>

11. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 344 с.

12. Дюрягин, П.И. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Эксплуатационные свойства автомобилей» для студентов специальности 190701 «Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт)» очной и заочной форм обучения / П.И. Дюрягин, Д.А. Захаров, С.В. Сидоров. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2005. – 36 с.

13. Инновации и исследования в транспортном комплексе: Материалы III Международной научно-практической конференции. Часть I (в двух частях) – Курган, 2015. – 384 с.

14. Багиров, Д.Д. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин / Д.Д. Багиров, А.В. Златопольский. – М.: Машиностроение, 1974. – 220 с.

15. Волков, Д.П. Надёжность строительных машин и оборудования: Учеб. пособие для студентов вузов / Д.П. Волков, С.Н. Николаев. – М.: Высшая школа, 1979. – 400 с.

INCREASE THE RELIABILITY OF BUILDING AND ROAD MACHINES BY IMPROVING THE MEASUREMENT SYSTEM OF OPERATING TIME

R.F. Salikhov, T.M. Chudova, R.R. Valiev

Abstract. The article is devoted to the operational method of increasing the reliability of building and road machines by improving the existing measurement system of operating time. To solve this problem developed the design of the device for measuring the operating time of transport and transport-technological machines with a diesel internal combustion engine. The proposed device allows you to more accurately measure the value of operating time has a lower laboriousness of removing and installing it on the machine in comparison with analogues.

Keywords: reliability, measurement system opening time, spent energy resource.

References

1. Varnakov V.V., Strel'cov V.V., Popov V.N. *Tekhnicheskij servis mashin sel'skohozjajstvennogo naznachenija* [Technical service of agricultural machines]. Mpscow, Kolos, 2000. 256 p.
 2. Dovgjalov V.A. *Metody povyshenija rabotosposobnosti mashin i mehanizmov* [Methods of increasing efficiency of machines and mechanisms]. Gomel': Belorusskij gosudarstvennyj universitet transporta, 2003. 172 p.
 3. Harazov A.M., Cvid S.F. *Metody optimizacii v tehnicheckoj diagnostike mashin* [Optimization methods in technical diagnostics of machines]. Moscow, Mashinostroenie, 1983. 132 p.

4. Ivanov V.N., Salihov R.F., T.M. Chudova *Sovershenstvovanie sistemy izmerenija narabotki stroitel'nyh i dorozhnyh mashin* [Improving the system of measuring operating time of building and road machines]. *Vestnik SibADI*, 2013, no 6. pp. 15 – 19.

5. Moiseev Ju.V., D'jakov I.F. *Ustrojstvo dlja kontrolja raboty dvigatelja transportnogo sredstva* [The device for control of operation of the engine of the vehicle] A.s. no 3810134/24, 1986.

6. Baskov V.N., Denisov A.S. *Rabotomer* [Rabotomer]. P.m. no 2003118850/20, 2004.

7. Rotanov E.G. *Snizhenie iznosa plunzhernyh par TNVD primeneniem racional'nogo sostava dizel'nogo smesevogo topliva: avtoref. dis. na soiskanie uchen. step. kand. tehn. nauk* [Reduction of wear of plunger pairs of fuel pump high pressure using a rational composition of diesel mixed fuel auto abstract the dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical sciences]. Penza, 2012. 18 p.

8. Salihov R.F., Chudova T.M., Valiev R.R. *Ustrojstvo dlja izmerenija narabotki transportnyh i transportno-tehnologicheskij mas* [The device for measurement of an operating time transport and transport technological machines]. P.m. no 2015103698/06, 2015.

9. Lihanov V.A., Devet'jarov R.R. *Ispytanija DVS i toplivnoj apparatury dizelej* [Testing of the internal combustion engine and the fuel equipment of diesel engines. Training manual, third edition, revised and enlarged]. Kirov: Vjatskaja GSHA, 2008. 106 p.

10. *Raschjot toplivnoj jekonomichnosti avtomobilja* [The calculation of the fuel efficiency of the automobile]. Available at: <http://transportport.ru/>

11. Sharoglaзов B.A., Farafonov M.F., Klement'ev V.V. *Dvigateli vnutrennego sgoranija: teorija, modelirovanie i raschjot processov* [Internal combustion engines: theory, modeling and calculation processes: The textbook for the course]. Cheljabinsk, Izd. JuUrGU, 2004. 344 p.

12. Djurjagin P.I., Zaharov D.A., Sidorov S.V. *Metodicheskie ukazanija k kursovoj rabote po discipline* [Methodical instructions to a term paper on discipline]. Tjumen': Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovij universitet, 2005. 36 p.

13. *Innovacii i issledovanija v transportnom komplekse* [Innovations and researchs in the transport complex]. *Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Kurgan, 2015. 384 p.

14. Bagirov D.D., Zlatopol'skij A.V. *Dvigateli vnutrennego sgoranija stroitel'nyh i dorozhnyh mashin* [Internal combustion engines of building and road machines]. Moscow, Mashinostroenie, 1974. 220 p.

15. Volkov D.P., Nikolaev S.N. *Nadjozhnost' stroitel'nyh mashin i oborudovanija* [Reliability of building machines and equipment: Training manual for university students]. Moscow, Vysshaja shkola, 1979. 400 p.

Салихов Ринат Фокилевич (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: salikhorinat@yandex.ru).

Чудова Тамара Михайловна (Россия, Омск) – аспирантка кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: annavalleri@mail.ru).

Валиев Рустам Рашитович (Россия, Омск) – директор ООО «СУ-2012» (644079, г. Омск, ул. 2-я Брянская, 26, e-mail: suv1667@rambler.ru).

Salikhov Rinat Fokilevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical science, docent of department «Operation and service of transport and technological machines and systems in construction»

of The Siberian Automobile and Highway Academy (SibADI) (644088, Omsk, Prospect Mira 5, e-mail: salikhorinat@yandex.ru).

Chudova Tamara Mikhailovna (Russian Federation, Omsk) – post graduate of department «Operation and service of transport and technological machines and systems in construction» of The Siberian Automobile and Highway Academy (SibADI) (644088, Omsk, Prospect Mira 5, e-mail: annavalleri@mail.ru).

Valiev Rustam Rashitovich (Russian Federation, Omsk) – director of the limited liability company «SU-2012» (644079, Omsk, street second Bryanskaya 26, e-mail: suv1667@rambler.ru).

УДК.629.084

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ, СНИЖАЮЩЕЙ СЕГРЕГАЦИЮ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

С.В. Савельев¹, И.К. Потеряев¹, А.Б. Летопольский¹, В.В. Михеев²
¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

² Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье исследовано влияние условий транспортирования на температурную сегрегацию асфальтобетонной смеси. Проведены экспериментально-статистические исследования при строительстве асфальтобетонного покрытия в Республике Алтай. На основании исследований определены температура и объемы асфальтобетонной смеси при транспортировании на расстояние 34 км. Разработано техническое решение конструкции машины с целью снижения сегрегации асфальтобетонной смеси.

Ключевые слова: сегрегация, асфальтобетонная смесь, температура, асфальтоукладчик, самосвал.

Введение

Долгосрочные программы освоения Восточной Сибири и Дальнего Востока предусматривают строительство автомобильных дорог, в том числе, асфальтобетонных покрытий в неблагоприятных природно-климатических условиях. Как показывает практика, сроки и темпы строительства асфальтобетонных покрытий в неблагоприятных природно-климатических и производственных условиях не выполняются. Графики строительства нарушаются, смещаются по срокам начало выполнения и завершение работ. Сроки завершения работ переносятся на осенние месяцы.

Транспортирование асфальтобетонных смесей в практике зачастую осуществляется на недопустимо большие расстояния в непригодных для этого автосамосвалах, что ухудшает свойства смеси.

Влияние условий транспортирования на температурную сегрегацию асфальтобетонной смеси

В транспортных операциях процесс охлаждения асфальтобетонной смеси (АБС) определяется следующими факторами: температурой смеси при ее загрузке, массой смеси в кузове транспортного средства, температурой окружающего воздуха, скоростью ветра, теплофизическими свойствами смеси, эффективностью теплоизоляции смеси и временем выполнения транспортных операций [1,2,3].

Однородность структуры и плотность дорожного покрытия являются параметрами, которые в наибольшей степени обеспечивают долговечность дорожного покрытия [4,5]. Для высококачественного устройства асфальтобетонного покрытия необходимо, чтобы укладываемая асфальтобетонная смесь была температурно однородной. В результате неоднородности укладываемой

асфальтобетонной смеси ее плотность будет значительно различаться. Уплотняется такое дорожное покрытие неравномерно. Переохлажденная смесь оказывается недоуплотненной, склонной к повышенному влагонасыщению и характеризуется пониженной прочностью и сдвигоустойчивостью.

При переходе температуры окружающего воздуха через 0 °С такие участки разрушаются значительно быстрее, чем основная часть покрытия, т.к. влага, находящаяся в слое асфальта, переходит в твердое состояние – лед. Переход из жидкого состояния в твердое сопровождается увеличением занимаемого объема и разрушением покрытия изнутри. При интенсивном движении автотранспорта под воздействием нагрузок от его колес быстрее разрушаются именно эти участки. Отсюда выбоины и локальные трещины покрытия, существенно понижающие его общую

долговечность и проявляющиеся зачастую через 1-2 года эксплуатации.

Эффективным способом для выполнения исследований температурной сегрегации и теплопотерь в зависимости от дальности транспортирования является использование инфракрасной камеры Thermo View Ti-30.

Выполненные в ряде работ [6,7] исследования показывают, что при транспортировании АБС (температура при загрузке в кузов автосамосвала составляла 152-157 °С) на расстояние 40-45 км снижение температуры смеси происходит в верхней части кузова самосвала и по его бортам – в местах его максимального теплообмена (рис. 1, 2):

- в самосвале с пологом, температура поверхности АБС 85 °С;
- в самосвале с металлической крышкой, температура поверхности АБС 106 °С;
- в самосвале без металлической крышки и полога, температура поверхности АБС 53 °С.

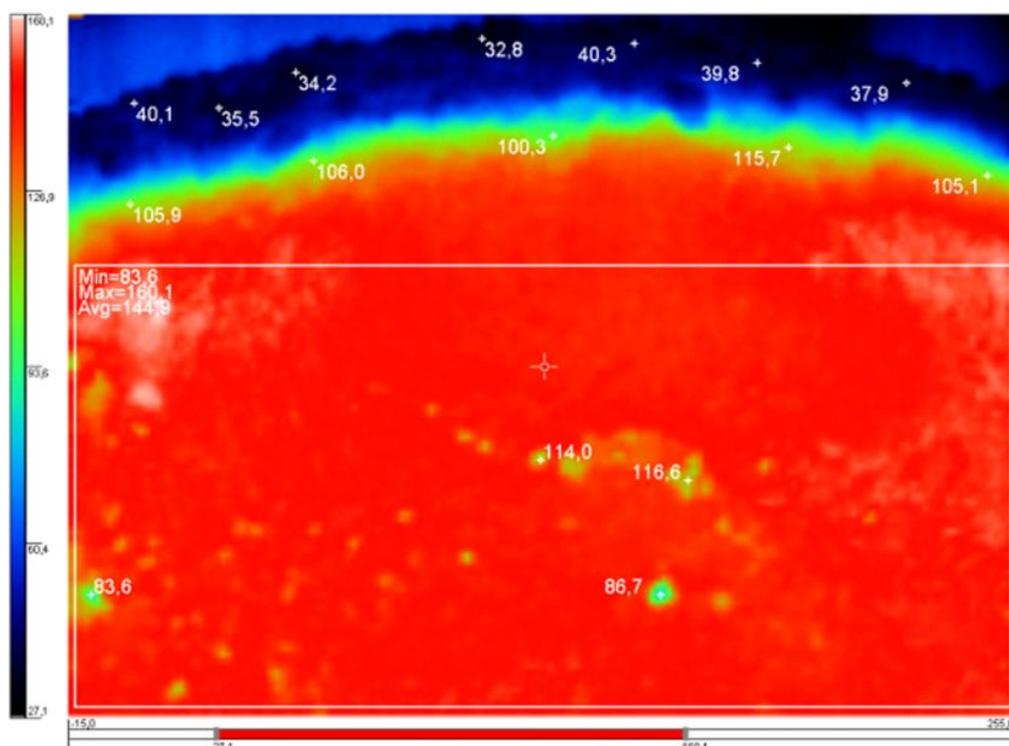


Рис. 1. Распределение температуры АБС в кузове самосвала после транспортных операций

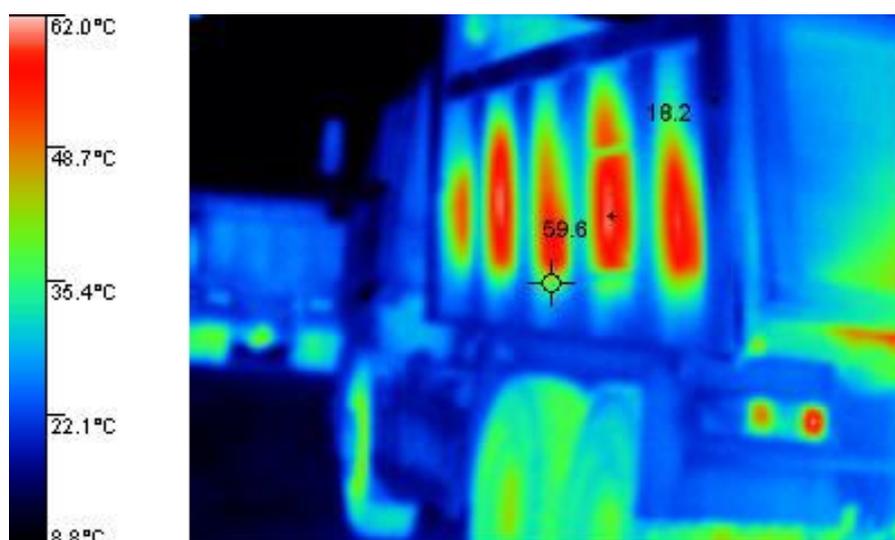


Рис. 2. Распределение температуры слоев АБС, прилегающих к бортам

При выгрузке АБС из кузова самосвала без полога в бункер асфальтоукладчика попадает сильно сегрегированная АБС. Перепад температур в смеси по объему достигает 90 °С [6].

В целях обоснования технических решений, направленных на обеспечение теплофизической надежности доставки АБС и снижение ее температурной сегрегации на этапе транспортных операций, были проведены экспериментально-статистические исследования в ходе строительства асфальтобетонных покрытий к мостовому переходу через р. Катунь у с. Усть-Сема и автомобильной дороги М-52 «Чуйский тракт» от Новосибирска через Бийск до границы с Республикой Монголия км 585+000 – км 595+000 закрытым акционерным обществом «Научно-производственная компания «Дорожно-Строительные Технологии». Исследования проводились в летние и осенние месяцы (июнь-октябрь) при

производстве и укладке горячей пористой асфальтобетонной смеси марки I (нижний слой основания). Асфальтобетонная смесь изготавливалась на асфальтосмесительной установке Milemaker 160 (техническая производительность 160 тонн/час), укладывалась асфальтоукладчиком Titan 7820 (техническая производительность 700 тонн/час), дальность транспортирования асфальтобетонной смеси составляла 34 километра. Средняя скорость транспортирования АБС с учетом рельефа местности составляла 32 км/ч. Средняя температура окружающего воздуха при строительстве составляла 9 °С. В исследованиях использовался термометр ТБП-40 (диапазон показаний 0-200 °С; класс точности 2,5; длина хвостовика (иглы) 150 мм) (рис.3). Выполнялись замеры температуры смеси в кузовах автосамосвалов по слоям в соответствии с расчетной схемой (рис.4).



Рис. 3. Измерение температуры асфальтобетонной смеси термометром ТБП-40

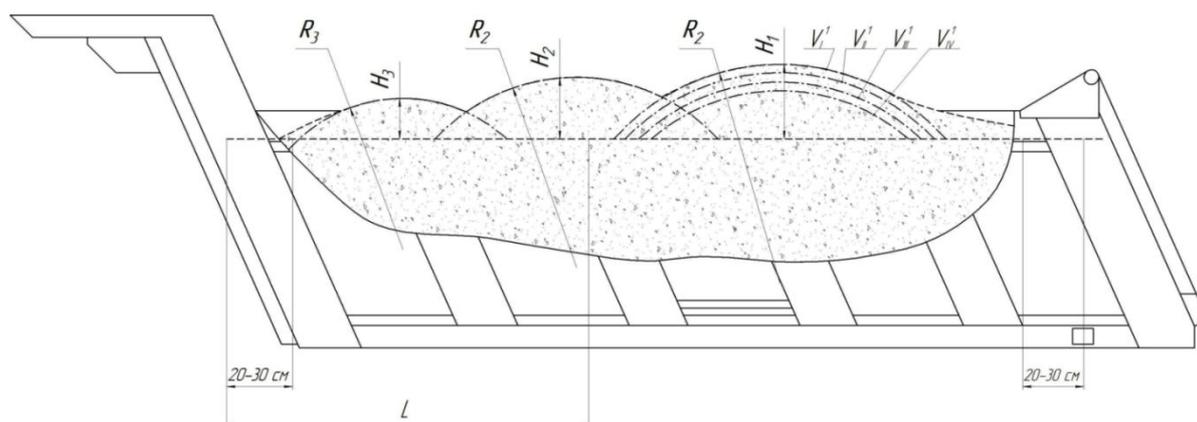


Рис. 4. Расчетная схема контроля температуры АБС в кузове самосвала перед разгрузкой в бункер асфальтоукладчика

По результатам выполненных замеров были рассчитаны объемы АБС с разной температурой по слоям, а также определены значения средней температуры смеси при ее выгрузке в приемный бункер асфальтоукладчика и после ее перемешивания [8].

В таблице 1 и на рисунке 5 представлены основные результаты измерений и расчетов объемов АБС для дальности транспортирования 34 км со средней скоростью 32 км/ч и средним временем транспортирования 62 мин.

Таблица 1 – Температура и объемы АБС в кузове самосвала перед ее выгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика

Глубина погружения иглы ТБП-40, мм	Температура смеси, °С	Объем смеси в сегментах, м ³	Объем смеси в кузове, м ³	Всего, м ³
$L_{тр}=34$ км, $t_{ср}^{см}=9$ °С, $t_{исз}^{абс}=155$ °С				
поверхностный слой	40-80	–	–	–
4-8	80-110	1,0	1,4	2,4
8-12	110-152	0,4	1,3	1,7
12-15	152-155	0,1	7,4	7,5

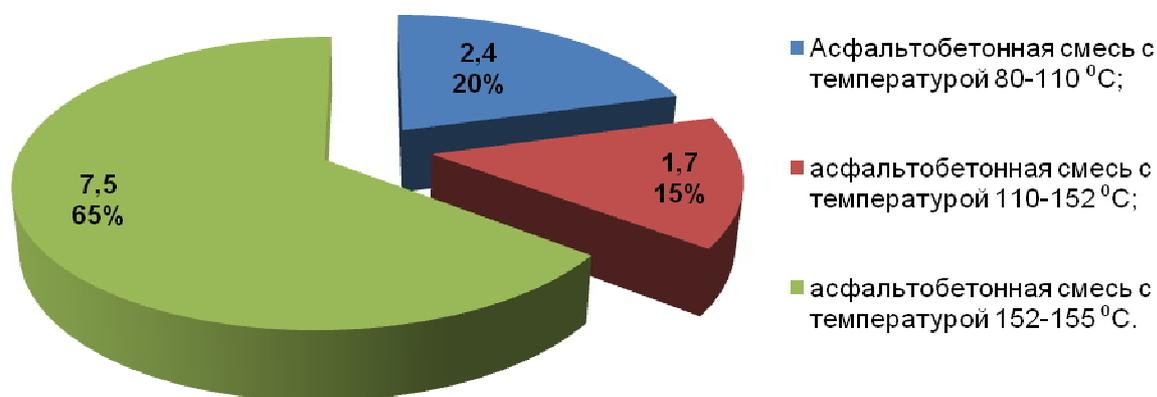


Рис. 5. Объемы АБС в кузове самосвала различной температуры

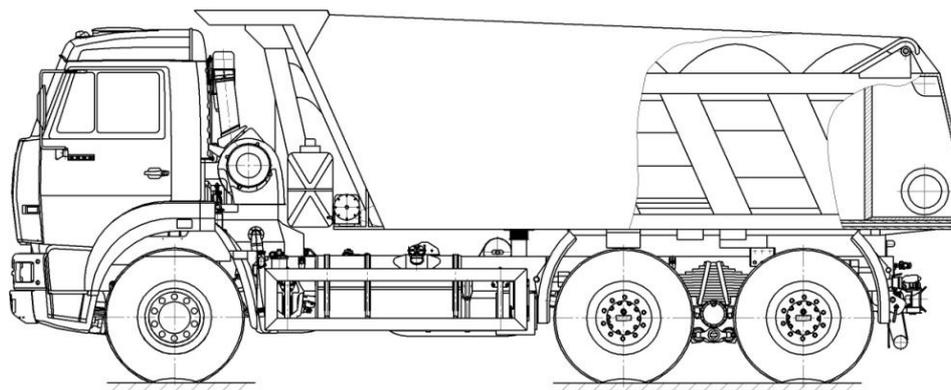
Разработка технического решения конструкции машины с целью снижения сегрегации асфальтобетонной смеси

Для снижения температурной сегрегации АБС необходимо применять антисегрегационные перегружатели или устройства для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей [9, 10].

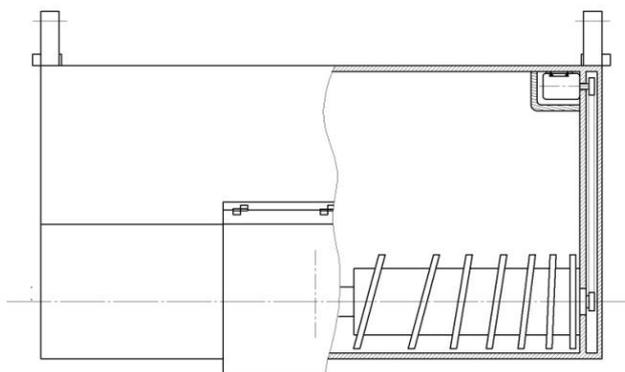
Расчетное значение температуры АБС при условии ее перемешивания перед

выгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика составит 136,6 °С.

Одним из недостатков антисегрегационных перегружателей является высокая первоначальная стоимость и значительные затраты на эксплуатацию. Эти недостатки устраняет устройство для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей (рис. 6).



а



б

Рис. 6. Устройство для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей:
а – общий вид; б – съемное перегружающее устройство

Съемное перегружающее устройство, установленное в задней части кузова самосвала, перемешивает АБС трехшаговым шнеком перед ее выгрузкой через люк в приемный бункер асфальтоукладчика.

Расчитанная техническая производительность съемного перегружающего устройства не увеличивает время разгрузки самосвала.

Заключение

Приведенные в таблице 1 и на рисунке 5 результаты исследований, расчетные значения температур смеси, а также исследования российских и зарубежных

ученых [5,6,7,11,12,13,14] свидетельствуют о необходимости перемешивания АБС перед ее выгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика при дальностях транспортирования от 30 км в условиях строительства Республики Алтай (гористая местность, резко континентальный климат). При таких условиях транспортирования асфальтобетонной смеси происходит температурная сегрегация. Для снижения уровня температурной сегрегации необходимо применение антисегрегационных перегружателей или устройств для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей.

Библиографический список

1. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий: Методические рекомендации / Сост.: В.Н. Шестаков, В.Б. Пермяков, В.М. Ворожейкин, Г.Б. Старков. – 2-е изд., с доп. и изм. – Омск: ОАО «Омский дом печати», 2004. – 256 с.

2. Технологические машины и комплексы в дорожном строительстве (производственная и техническая эксплуатация) : учебное пособие для вузов / В.Б. Пермяков, В.И. Иванов, С.В. Мельник и др. / под. ред. В.Б. Пермякова. – М.: «ИД «БАСТЕТ», 2014 – 752 с.

3. Потеряев, И.К. Оптимизация системы «асфальтоукладчик – транспортные средства – асфальтосмесительная установка» при строительстве асфальтобетонных покрытий: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Потеряев Илья Константинович. – Омск, 2013. – 195 с.

4. Highways Belarus: The encyclopedia (Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия) /Ed. A.V. Minin. – Minsk: BelEN, 2002. – 672 p.

5. Leonovic et al. // UKIO TECHNOLOGINIS IR EKONOMINIS VYSTYMAS. – 2005. –Vol. XI. – № 4. – P. 297–301.

6. Кудряков, А.И. Температурная сегрегация асфальтобетонных смесей при строительстве дорожных покрытий / А.И. Кудряков // Вестник ТГАСУ. – 2009. – № 1. – С. 116-122.

7. Кудряков, А.И. Новые подходы в нормировании свойств компонентов и технологии приготовления асфальтобетона / А.И. Кудряков, А.К. Эфа, И.Н. Трофимов, А.Л. Базилевич // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2009. – № 1. – С. 18-21.

8. Туякова А.К. Прогнозирование организационно-технологических рисков в процессе строительства дорожных асфальтобетонных покрытий: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11 / Туякова Айман Кайржановна. – Омск, 2008. – 146 с.

9. Пат. № 108048 Р.Ф. Устройство для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей / В.И. Иванов, И.К. Потеряев; СИБАДИ. – 2011118602/03, заявл. 11.05.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25.

10. Пат. № 2406793 Р.Ф. Устройство для перевозки и выгрузки термопластичных материалов / В.И. Иванов, И.К. Потеряев; СИБАДИ. – № 2009146392/03; заявл. 14.12.2009; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35.

11. Cross S.A., Brown E. R. Effect of Segregation on Performance of Hot Mix Asphalt // Highway Research Center, Auburn University, 1992.

12. Stroup-Gardiner M., Brown E. R. Segregation in Hot-Mix Asphalt Pavements // National Cooperative Highway Research Program Report 441. Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., 2000. – 96 p.

13. Honghai Liu, Ran Yin, Shaopeng Wu. Reducing the Compaction Segregation of Hot Mix Asphalt // Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed, 2007. no 1. – 132-135 pp.

14. Rowe G.M., Meegoda J.N.,Jumikis A.A. etc. Detection of Segregation in Asphalt Pavement Materials using the ARAN Profile System // Northeast asphalt user, Producer Group Newport Marriott, Newport, Rhode Island, 30.10.2002.

15. Detecting thermal segregation in asphalt pavements [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.asphaltroads.org/assets/_control/content/files/ir_bar.pdf/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 19.01.2016).

DEVELOPMENT OF NEW TECHNICAL SOLUTIONS DESIGN CONSTRUCTION MACHINERY REDUCES THE SEGREGATION OF ASPHALT MIXES

S.V. Saveliev, I.K. Poteryaev,
A.B. Letopolski, V.V. Miheev

Abstract. In this paper the influence of transport on the environment temperature asphalt mix segregation. The experimental and statistical studies in the construction of asphalt pavement in the Republic of Altai. On the basis of studies to determine the temperature and volume of asphalt mix during transportation to a distance of 34 km. Developed technical solution design of the machine to reduce the segregation of asphalt mixture.

Keywords: segregation, asphalt mixture, temperature, paver, dumper.

References

1. Shestakov V.N., Permjakov V.B., Vorozhejkin V. M., Starkov G. B. *Tehnologicheskoe obespechenie kachestva stroitel'stva asfal'tobetonnyh pokrytij* [Technological security of quality of asphalt concrete pavement construction]. Омск: ОАО «Омский дом печати», 2004. 256 p.

2. Permjakov V.B., Ivanov V.I., Mel'nik S.V. *Tehnologicheskie mashiny i komplekсы v dorozhnom stroitel'stve (proizvodstvennaja i tehničeskaja jekspluatacija)* [Technological machines and systems in road construction (production and technical maintenance)]. Moscow: «ИД «БАСТЕТ», 2014. 752 p.

3. Poterjaev I.K. *Optimizacija sistemy «asfal'toukladchik – transportnye sredstva – asfal'tosmesitel'naja ustanovka» pri stroitel'stve asfal'tobetonnyh pokrytij* cand, diss. [System optimization "paver - vehicles -asfaltosmesitelnaya installation" in the construction of asphalt-concrete coatings]. Омск, 2013. 195 p.

4. Minin A.V. *Avtomobil'nye dorogi Belarusi: Jenciklopedija* [Highways Belarus: The encyclopedia]. Minsk: BelEN, 2002. 672 p.

5. Leonovic. *Ukio technologinis ir ekonominis vystymas*. 2005, vol. 11, no. 4, pp. 297–301.

6. Kudjakov A.I. Temperaturnaja segregacija asfal'tobetonnyh smesej pri stroitel'stve dorozhnyh pokrytij [Thermal segregation of asphalt mixtures in the construction of pavements]. *Vestnik TГASU*, no. 1, 2009, pp. 116-122.

7. Kudjakov A.I., Jefa A.K., Trofimov I.N., Bazilevich A.L. *Novye podhody v normirovanii svojstv komponentov i tehnologii prigotovlenija asfal'tobetona*

[New approaches to the normalization of the components and production technology of asphalt concrete]. *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*, no. 1, 2009, pp. 18-21.

8. Tujakova A.K. *Prognozovanie organizacionno-tehnologicheskikh riskov v processe stroitel'stva dorozhnyh asfal'tobetonyh pokrytij* cand, diss. [Prediction of organizational and technological risks during construction of road asphalt concrete pavement]. Omsk, 2008, 146 p.

9. Ivanov V.I., Poterjajev I.K. *Ustrojstvo dlja perevozki i vygruzki asfal'tobetonyh smesej* [A device for transporting and unloading of asphalt mixtures]. Patent RF, no. 108048, 2011.

10. Ivanov V.I., Poterjajev I.K. *Ustrojstvo dlja perevozki i vygruzki termoplastichnyh materialov* [Apparatus for transporting and unloading of thermoplastic materials]. Patent RF, no. 2406793.

11. Cross S.A., Brown E.R. *Effect of Segregation on Performance of Hot Mix Asphalt*. Auburn University, 1992.

12. Stroup-Gardiner M., Brown E. R. *Segregation in Hot-Mix Asphalt Pavements*. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., 2000, 96 p.

13. Honghai Liu, Ran Yin, Shaopeng Wu. *Reducing the Compaction Segregation of Hot Mix Asphalt*. Sci. Ed, 2007, pp. 132-135.

14. Rowe G. M., Meegoda J. N., Jumikis A. A. *Detection of Segregation in Asphalt Pavement Materials using the ARAN Profile System*. Newport, Rhode Island, 2002.

15. Detecting thermal segregation in asphalt pavements. 2016. Available at: http://www.asphaltroads.org/assets/_control/content/files/ir_bar.pdf/ (Accessed 19 January 2016).

Савельев Сергей Валерьевич (Омск, Россия) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Потеряев Илья Константинович (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: poteryaev_ik@mail.ru).

Михеев Виталий Викторович (Омск, Россия) – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Комплексная защита информации» ФГБОУ ВПО «ОмГТУ» (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: vvm125@mail.ru).

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

Sergey V. Saveliev (Omsk, Russian Federation) – doctor of sciences, Ass. Professor, Department of operation and service of transport - technological machines and systems in construction, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Ilya K. Poteryaev (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Ass. Professor, Department of Operation and service of transport - technological machines and systems in construction, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: poteryaev_ik@mail.ru).

Anton B. Letopolski (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Ass. Professor, Department of Engineering for construction and service of oil and gas facilities and infrastructures, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: antooooon-85@mail.ru).

Vitali V. Miheev (Omsk, Russian Federation) – candidate of physical and Mathematical Sciences, Ass. Professor, Department of Integrated data protection Omsk state technical university (644050, Omsk, Mira, 11, e-mail: vvm125@mail.ru).

УДК 62-192

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЖЕННОСТИ СТРЕЛЫ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

С.В. Теплякова, А.А. Котесова, Е.Е. Косенко
ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»
Россия, г. Ростов-на-Дону.

Аннотация. В статье обоснованно применение метода трехпараметрического распределения Фишера-Типпета для оценки выборочного ряда параметров однотипных деталей на примере стрелы одноковшового экскаватора. Разработан алгоритм получения параметров распределения Фишера-Типпета для совокупности, дающий возможность оценить два способа определения параметров распределения совокупности средневзвешенных напряжений. Проведена апробация графо-аналитического метода, позволившего получить параметры распределения Фишера-Типпета второго порядка генеральной совокупности конечного объема средневзвешенных напряжений.

Ключевые слова: статистический ряд, средневзвешенные напряжения, опасное сечение, выборка, совокупность конечного объема.

Введение

Одним из основных факторов используемым при определении усталостного ресурса при эксплуатации детали машины, является действующее напряжение в опасном сечении детали.

Для определения значений напряжений в опасном сечении деталей машин имеются различные способы, отличающиеся значительной стоимостью и необходимостью проведения длительных измерений. Одним из эффективных способов определения средневзвешенных напряжений $\sigma_{св}$ в опасном сечении детали является метод определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета A_c , B_c , C_c по выборочным данным средневзвешенных напряжений. Эффективность применения такого метода доказана в работах [1,2].

Применение метода распределения Фишера-Типпета для оценки выборки параметров однотипных деталей

Учитывая то, что при формировании выборки в реальных условиях требуется проведение сложных замеров, заключающихся в использовании тензометрирования однотипных деталей машин представительной партии (например, одноковшовых экскаваторов), предлагается использовать метод определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета. В представленной работе предлагается совершенствование метода определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета. В основе

предлагаемых расчетов лежит определение выборочных значений распределения действующих напряжений деталей, с учетом статистического ряда средневзвешенных значений $\sigma_{св}$. В качестве примера в работе рассмотрена стрела одноковшового экскаватора ЕК-14.

Для снижения трудоемкости расчетов, предлагается произвести имитацию различных условий работы одноковшового экскаватора, с учетом ряда факторов, в качестве которых выступают: стаж работы оператора-машиниста, климатические условия работы экскаватора, состояние машины на момент проведения оценки и т.д., оказывающих значительное влияние на нагруженность деталей.

При проведении исследований, построены функции распределения амплитуд для однотипных деталей $F(\sigma_a)$ и средневзвешенных напряжений $F(\sigma_{св})$ с использованием распределений средневзвешенных напряжений, полученных по выборкам однотипных деталей (рис. 1.).

Для нахождения действующих напряжений по выборке необходимо иметь статистический ряд средневзвешенных значений $\sigma_{св}$, определяемых на различных машинах, узлах и деталях, и в отличных условиях работы, то есть каждое амплитудное распределение по времени необходимо заменить средневзвешенным значением и привести к симметричному циклу [3,4].

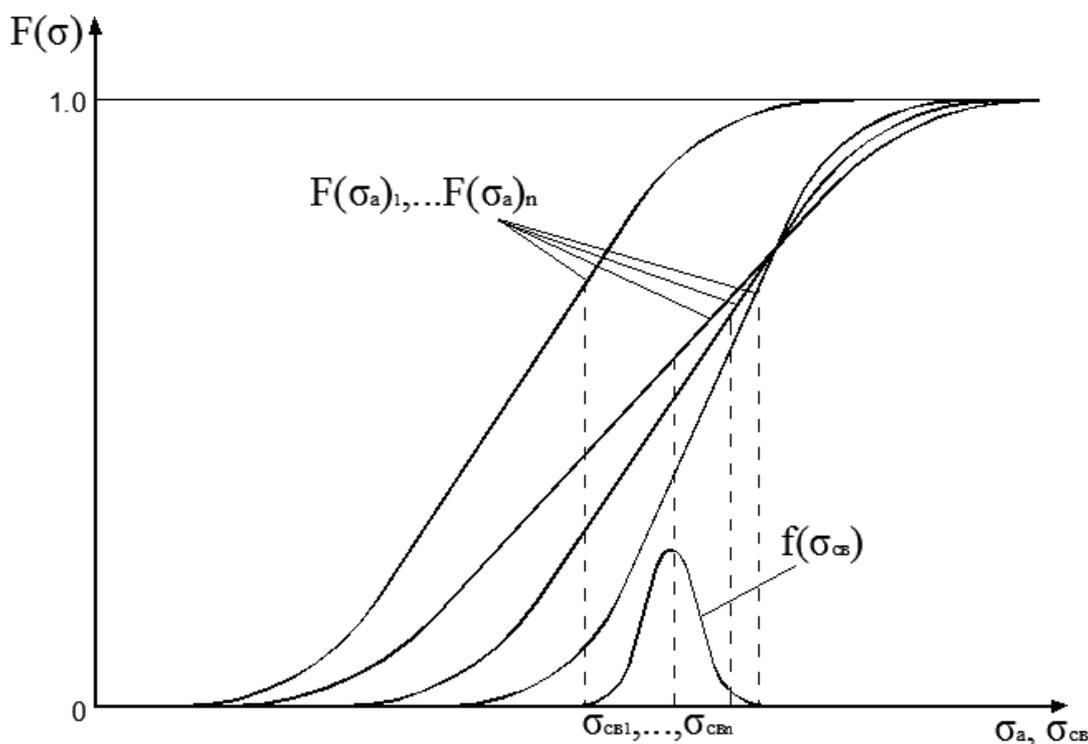


Рис. 1. Эмпирическая функция распределения амплитуд для однотипных деталей $F(\sigma_a)$ и средневзвешенных напряжений $F(\sigma_{св})$

В этом случае распределение действующих напряжений определяется

$$N = N_0 * a_p \frac{\sigma_{1д}^m}{\sigma_{св}^m}. \quad (1)$$

В случае несимметричного цикла (реальный процесс)

$$N = N_0 * a_p \frac{\sigma_{1д}^m}{\sum_{i=1}^n \sigma_{a_i}^m * t_i}. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) следует

$$\sigma_{св}^m = \sum_{i=1}^n \sigma_{a_i}^m * t_i, \quad (3)$$

где σ_a – амплитуда действующего напряжения; m – показатель угла наклона кривой усталости; n – число циклов нагружения; t_i – доля i -ой амплитуды (относительное число циклов)

$$\sum_{i=1}^n t_i = 1.$$

Для оценки параметров распределения, имеющих некоторые рассеивания, используют интервальное оценивание [5].

Апробация предложенного метода с разработкой алгоритма получения параметров совокупности средневзвешенных напряжений

В работе предложен метод определения параметров генеральной совокупности конечного объема распределения параметров Фишера-Типпета второго порядка A_c, B_c, C_c по выборочным данным средневзвешенных напряжений $\sigma_{св}$, алгоритм представлен на рисунке 2.

Данный алгоритм сочетает в себе два способа получения параметров распределения совокупности средневзвешенных напряжений: общеизвестный метод расчета, с учетом среднеквадратического отклонения распределения Фишера-Типпета второго порядка, и графо - аналитический метод определения параметров совокупности по известным выборочным данным [6,7]. В результате проведения расчетов по предложенному алгоритму определены параметры генеральной совокупности конечного объема распределения Фишера-Типпета второго порядка A_c, B_c, C_c по выборочным данным средневзвешенных напряжений $\sigma_{св}$.

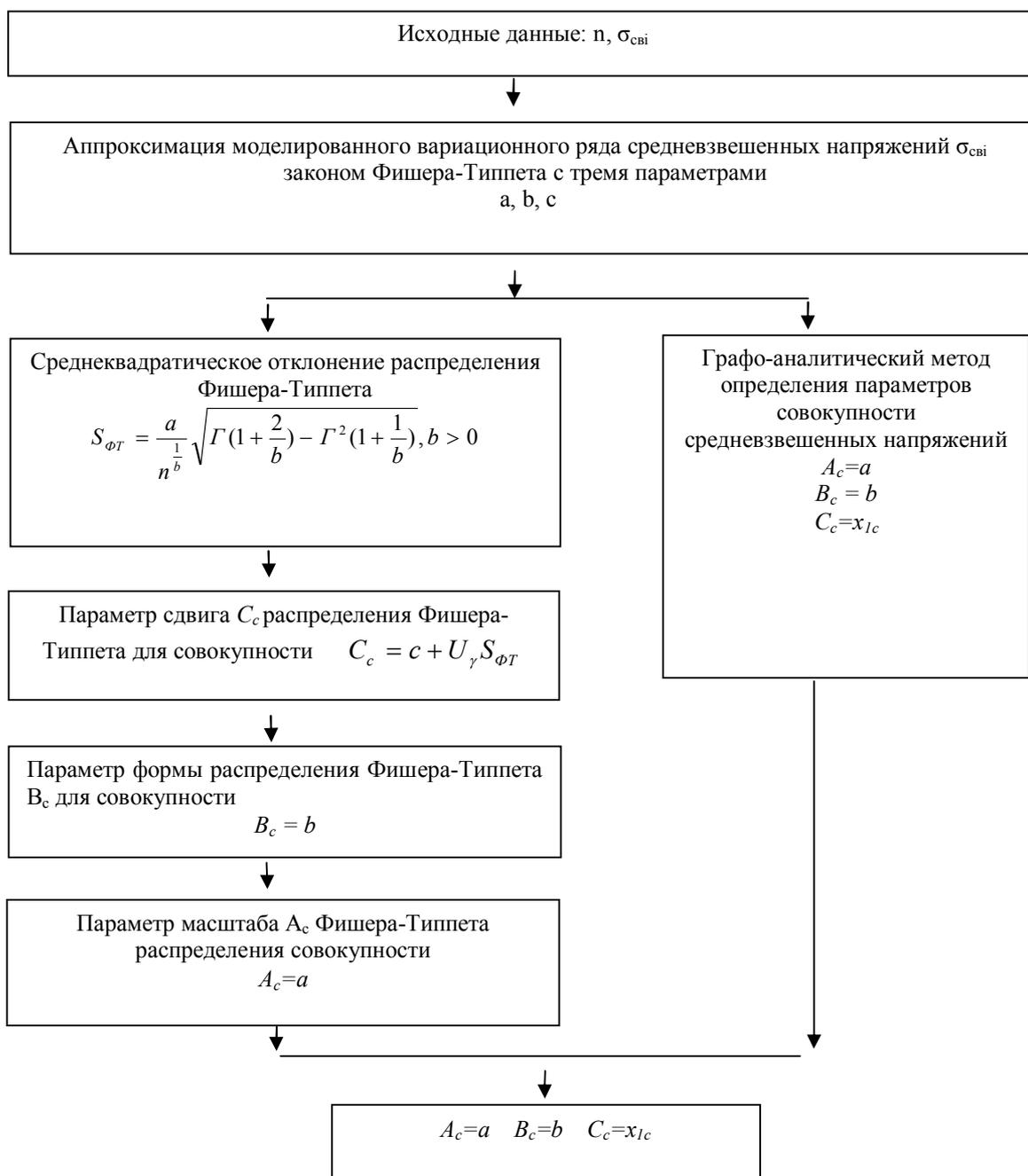


Рис. 2. Алгоритм получения параметров распределения Фишера-Типпета для совокупности средневзвешенных напряжений

Применение графо-аналитического метода для определения параметров распределения совокупности

Для проверки предложенного алгоритма, вычислительным экспериментом по обоим методам, определены параметры распределений средневзвешенных напряжений $\sigma_{сви}$ в опасном сечении стрелы экскаватора (рис.4). В результате вычислений

параметры распределения составили $A_c = 23,3$; $B_c = 3,03$; $C_c = 60,4$ для объема совокупности $N_c = 10^4$. А при определении графо-аналитическим (рис. 3) способом параметры составили $A_c = 22,5$; $B_c = 3$; $C_c = 58$ для объема совокупности $N_c = 10^4$. Результаты сравнения параметров приведены в таблице 1.

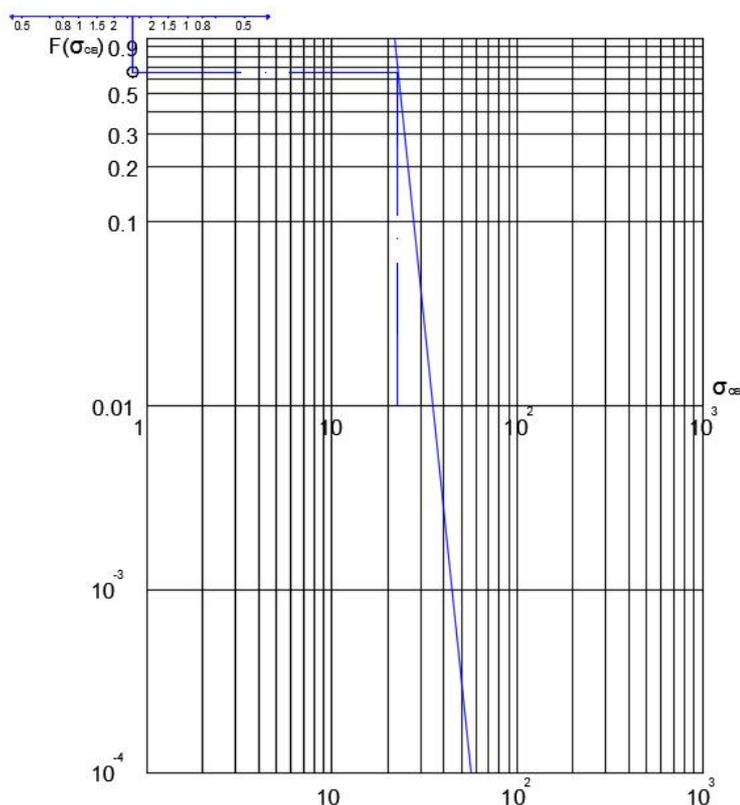


Рис. 3. Графо-аналитическое определение параметров распределения совокупности средневзвешенных напряжений

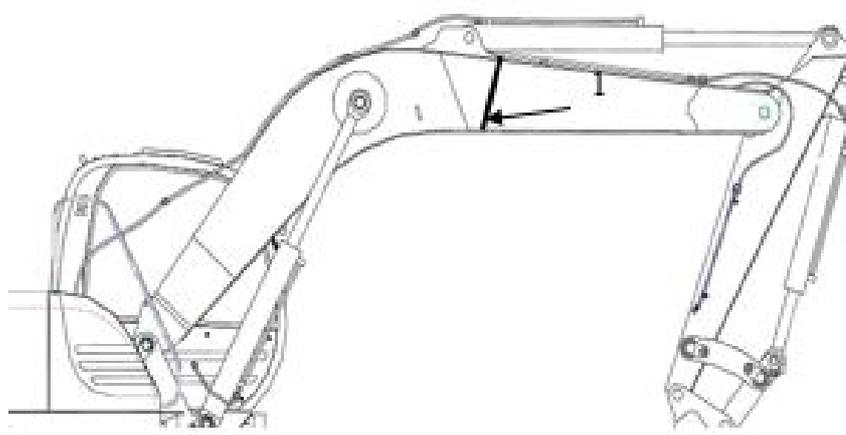


Рис. 4. Опасное сечение (1) стрелы одноковшового экскаватора

Таблица 1 – Расхождения параметров распределений совокупностей средневзвешенных напряжений

Расчетный метод	Графо-аналитический метод	Расхождения, %
$A_c = 23,3$	$A_c = 22,5$	3,4
$B_c = 3,03$	$B_c = 3$	0,99
$C_c = 60,4$	$C_c = 58$	3,9

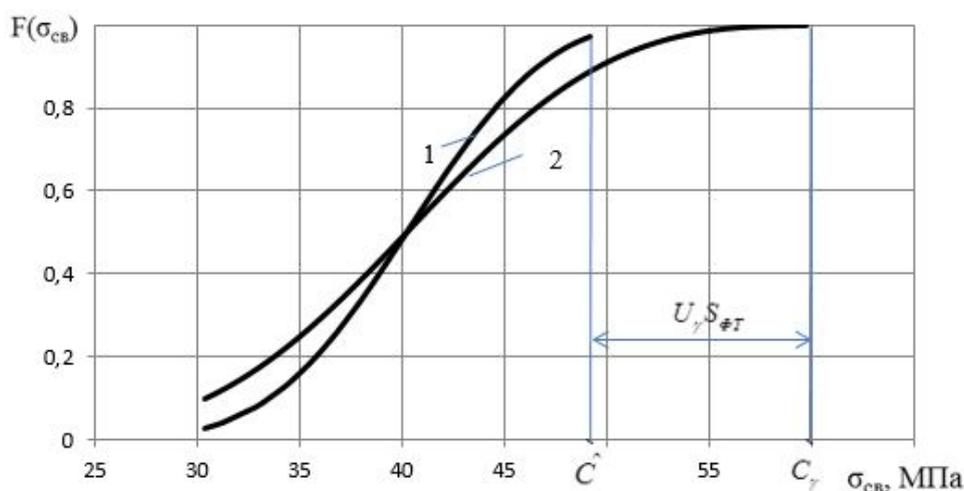


Рис. 5. Эмпирические функции распределения выборочных данных (1) и совокупности (2) средневзвешенных напряжений

По полученным значениям параметров построены эмпирические функции распределения выборочных данных и совокупности средневзвешенных напряжений. Вероятностное распределение средневзвешенных напряжений представлено на рисунке 5.

Заключение

В результате проведенных исследований разработан метод определения значений напряжений в опасном сечении деталей машин, на примере стрелы одноковшового экскаватора. Использован расчетный метод определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета, в основе расчетов которого лежит определение выборочных значений распределения действующих напряжений деталей, с учетом статистического ряда средневзвешенных значений. Приведены формулы для расчета распределения действующих напряжений для симметричного и асимметричного циклов по известному статистическому ряду средневзвешенных напряжений.

Алгоритм перехода от выборочных данных к параметрам распределения Фишера-Типпета для совокупности конечного объема позволил осуществить сравнение двух методов расчета средневзвешенных напряжений

Библиографический список

1. Касьянов, В.Е. Определение средневзвешенных напряжений в деталях машин при переменных напряжениях / В.Е. Касьянов, Т.Н.

Роговенко, В.В. Дудникова, А.В. Кузьменко // Деп. в ВИНТИ 12.05.03, № 910.

2. Роговенко, Т.Н. Определение максимальной нагруженности методом Монте-Карло для генеральной совокупности конечного объема / Т.Н. Роговенко, М. Зайцева, А.А. Котесова, А.А. Котесов // Материалы 7 международной научно-практической конференции «PERSPEKTYWICZNE OPRACOWANIA SA NAUKA I TECHNIKAMI – 2011» 07-15 listopada 2011 roku volume 54, techniczne nauki, Przemysl. – С. 83-85.

3. Касьянов, В.Е. Определение функции распределения средневзвешенных напряжений по амплитудным значениям напряжений для расчета усталостного ресурса деталей методом Монте-Карло / В.Е. Касьянов, И.В. Топилин // Деп. в ВИНТИ №364-В99, 13.02.99.

4. Genschel U., Meerker W/ AComparison of Maximum Likelihood and Median Rank Regression for Weibull Estimation.-Department of Statistika Iowa State University Ames. IA 50011-2010 year/

5. Касьянов, В.Е. Интервальная оценка установленных показателей надежности машин и их составных частей / В.Е. Касьянов, А.В. Скориков, Н.Л. Вернези // Надежность и контроль качества. – 1986. – № 11. – С. 42-50.

6. Теплякова, С.В. Метод графо - аналитического определения параметров закона Вейбулла / С.В. Теплякова // Научный журнал «Научное обозрение» №11 2014, часть 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=324:nauchnoe-obozrenie-11-2-2014&catid=43:uncategorised&limitstart=4

7. Теплякова, С.В. Определение принадлежности выборки к генеральной совокупности с помощью вероятностной сетки / С.В. Теплякова // Строительство - 2014: региональная студенческая научно-практическая конференция. – Рост.гос. строит ун-т. – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 104.

SETTLEMENT AND EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE MAXIMUM LOADING OF THE ARROW OF THE ODNOKOVSHOVY EXCAVATOR

S.V. Teplyakova, A.A. Kotesov, E.E. Kosenko

Abstract. The article justified the application of the method of three-parameter distribution Fisher-Tippet to evaluate the selective set of parameters of the same type of detail on the example of an arrow shovel excavator. An algorithm is developed for obtaining parameters of a distribution Fisher-Tippet to the aggregate, giving the opportunity to evaluate two methods for determining the parameters of the population distribution of the weighted voltages. The approbation of the graphic-analytical method, which allowed to obtain the parameters of the distribution Fisher-Tippet second order General population of finite volume weighted average of the voltages.

Keywords: statistical series, the average voltage, dangerous section, the sample population of final volume.

References

1. Kas'janov, V.E., Dudnikova V.V., Kuz'menko A.V., Rogovenko T.N. Opredelenie srednevzveshennykh naprjazhenij v detaljah mashin pri peremennykh naprjazhenijah [The definition of the weighted average stresses in machine parts variable stresses]. *Dep. v VINITI* 12.05.03, № 910.
2. Rogovenko T.N., Zajceva M., Kotesova A.A., Kotesov A.A. Opredelenie maksimal'noj nagruzhenosti metodom Monte-Karlo dlja general'noj sovokupnosti konechnogo ob'ema [Determination of maximum load the Monte-Carlo method to a General population of finite volume]. *Materialy 7 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii «PERSPEKTYWICZNE OPRACOWANIA SA NAUKA I TECHNIKAMI – 2011» 07-15 listopada 2011 roki volume 54, technizne nauki, Przemysl*. pp. 83-85.
3. Kas'janov V.E., Topilin I.V. Opredelenie funkcii raspredelenija srednevzveshennykh naprjazhenij po amplitudnym znachenijam naprjazhenij dlja rascheta ustalostnogo resursa detalej metodom Monte-Karlo [The definition of the distribution function weighted average of the voltage amplitude on the values of stresses for calculating fatigue life of parts by means of Monte-Carlo]. *Dep. v VINITI №364-V99, 13.02.99*.
4. Genschel U., Meerker W/ AComparison of Maximum Likelihood and Median Rank Regression for Weibull Estimation.-Departament of Statistika Iowa State University Ames. IA 50011-2010 year.
5. Kas'janov V.E., Skorikov A.V., Vernezi N.L. Interval'naja ocenka ustanovlennykh pokazatelej nadezhnosti mashin i ih sostavnykh chastej [Interval

evaluation of established indicators of reliability of machines and their components]. *Nadezhnost' i kontrol' kachestva*, 1986, no 11. pp 42-50.

6. Teplyakova S.V. Metod grafo - analiticheskogo opredelenija parametrov zakona Vejbullla [Method graphic - analytical determination of the parameters of the Weibull law]. *Nauchnyj zhurnal «Nauchnoe obozrenie» №11 2014, chast' 2*. Available at: http://sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=324:nauchnoe-obozrenie-11-2-2014&catid=43:uncategorised&limitstart=4

7. Teplyakova S.V. Opredelenie prinadlezhnosti vyborki k general'noj sovokupnosti s pomoshh'ju verojatnostnoj setki [The definition of belonging of the sample to the General population using a probabilistic mesh]. *Stroitel'stvo - 2014: regional'naja studencheskaja nauchno-prakticheskaja konferencija*. Rost.gos. stroit un-t. Rostov-na-Donu, 2014. p 104.

Теплякова Светлана Викторовна (Россия Ростов-на-Дону) – ассистент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей и оборудования» ФГБОУ ВПО «РГСУ» (344022, г. Ростов-на-Дону ул. Социалистическая, 162, e-mail: svetlana.kotova.89@mail.ru).

Котесова Анастасия Александровна (Россия Ростов-на-Дону) – ассистент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей и оборудования» ФГБОУ ВПО «РГСУ» (344022, г. Ростов-на-Дону ул. Социалистическая, 162).

Косенко Евгений Евгеньевич (Ростов-на-Дону, России) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей и оборудования» ФГБОУ ВПО «РГСУ» (344022, г. Ростов-на-Дону ул. Социалистическая, 162).

Svetlana V. Teplyakova (Russian Federation, Rostov-on-don) – assistant of the department of technical operation and service vehicle and equipment FGBOU VPO "RSSU" (street socialist, 162, Rostov-on-don, 344022 e-mail: svetlana.kotova.89@mail.ru).

Anastasia A. Kolesova (Federation, Rostov-on-don) – assistant of the Department of Technical operation and service vehicle and equipment FGBOU VPO "RSSU" (street socialist, 162, Rostov-on-don, 344022).

Evgeniy E. Kosenko Federation, Rostov-on-don) – candidate of technical sciences, docent of department of technical exploitation and service of vehicles and equipment FGBOU VPO "RSSU" (str. Socialist, 162, Rostov-on-don, 344022).

РАЗДЕЛ II

ТРАНСПОРТ

УДК 629.424.14.004:621.436

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ РАЗНОСОРТНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВОПОДАЧИ

В.Р. Ведрученко, В.В. Крайнов, П.В. Литвинов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), Россия, г. Омск.

Аннотация. *Выполнен обзор и анализ существующих имеющихся способов и методов для определения плотности, вязкости и сжимаемости дизельного топлива. Произведён анализ влияния основных физических свойств разных марок топлива для дизелей на процессы топливоподачи в системах высокого давления. Экспериментально (индицированием) показано влияние названных свойств топлив на характер индикаторной диаграммы дизеля. Предложены наиболее эффективные технические решения, позволяющие на дизеле обеспечить стабильные характеристики топливоподачи при использовании топлив с разными свойствами.*

Ключевые слова: *топливо, топливоподача, сорт, стабилизация, показатели.*

Введение

Развиваемая двигателем мощность определяется главным образом количеством впрыскиваемого в камеру сгорания (КС) топлива и его теплотворной способностью. Количество подаваемого в КС дизельного двигателя зависит не только от положения дозирующего органа (рейки) топливоподающей аппаратуры (топливного насоса высокого давления (ТНВД)), но и от физических свойств топлив, значения которых учитываются при расчёте и конструировании топливоподающей аппаратуры дизелей, относятся плотность, вязкость и сжимаемость топлив [1,2].

В процессе топливоподачи топливо протекает через элементы топливоподающей системы, где подвергается воздействию высоких переменных давлений и температур. Названные физические свойства не остаются при этом постоянными. Поэтому при расчёте процесса впрыскивания по методикам, разработанным И.В. Астаховым, Ю.Я. Фоминым, А.С. Лышевским и другими исследователями, обычно используют зависимости плотности, вязкости и сжимаемости топлив от давления и температуры. Такие зависимости, полученные путём обработки экспериментальных данных разных авторов, приведены в работах, опубликованных ранее [3,4,5]. Однако в связи с тенденцией расширения диапазона топлив, применяемых в дизелях, изменением их сортов и

значительным увеличением давлений впрыскивания возникает необходимость уточнения зависимости физических свойств топлив от давления и температуры.

В дизелях транспортного назначения, применяемых ранее, максимальные давления впрыскивания обычно были равны 20...50 МПа, а температура топлива в топливоподающей системе составляла 30...50 °С [1].

В выпускаемых в настоящее время фирмами R. Bosch (Германия), Delphi (Великобритания), Caterpillar и Stanadyne (США), Zexel (Япония) топливоподающих системах максимальное давление впрыскивания составляет 80...100 МПа, а в отдельных образцах – 100...150 МПа. Более того, ведущие зарубежные фирмы-производители топливоподающей аппаратуры рекламируют новые разработки систем топливоподачи, обеспечивающих максимальное давление впрыскивания 160...170 МПа и даже до 200 МПа [1,6]. При таких давлениях впрыскивания температура топлива в топливоподающей системе может достигать 80...100 °С. Поэтому с учётом возможности работы дизеля в условиях с широким диапазоном изменения температур окружающего воздуха, влияния давления и температуры топлив на их плотность, вязкость и сжимаемость, диапазон изменения давлений выбран от 0 до 200 МПа, а диапазон изменения температур от 0 до 100 °С [1].

Следует отметить, что строгой функциональной зависимости физических свойств топлив от их температуры и давления не существует, что обусловлено различиями группового углеводородного состава различных топлив. Однако корреляция между свойствами топлив и их температурой и давлением достаточно сильно выражена. Установление такой корреляционной зависимости в предлагаемой работе проведено методами статистической обработки экспериментальных данных с использованием математической программы MathCad V 6.0 Plus [1,6,7].

Анализ имеющихся формул и проверка сортов топлива

Одним из основных параметров топлива является его плотность. Она определяет количество вводимой в КС дизеля энергии, поскольку от плотности зависит теплотворная способность топлива. Это объясняется дозированием топлива в современных топливоподающих системах, при котором одна и та же объёмная цикловая подача может иметь различную массу, зависящую от плотности подаваемого топлива. В результате плотность топлива оказывает непосредственное влияние на мощностные показатели дизеля и, косвенное – на показатели его топливной экономичности. Плотность топлива оказывает заметное влияние на токсичность отработавших газов (ОГ). В частности, с ростом плотности топлив в нём возрастает содержание высокомолекулярных углеводородов, что, как правило, приводит к увеличению дымности ОГ.

При увеличении температуры топлива его плотность падает. Зависимость плотности ρ_T от температуры t линейна и более выражена у легких топлив. Для определения зависимости плотности или удельного веса нефтепродуктов от температуры имеется ряд формул [1,6,8]. Д.Н. Вырубовым предложена формула для топлив с плотностью $\rho_T > 840$ кг/м³ [1].

$$\rho = \rho_{mo} - 0,66(t - t_0), \quad (1)$$

где $t_0 = 20$ °С; ρ_{to} – плотность топлива при 20 °С, кг/м³.

Более универсальна следующая формула, охватывающая все виды автотракторных топлив:

$$\rho = \rho_{mo} - K_\rho(t - t_0), \quad (2)$$

Коэффициент K_ρ не имеет постоянного значения, а выбирается в соответствии с плотностью топлива.

В.Я. Колупаев рекомендует использовать следующую формулу [3]:

$$\rho = \rho_{mo} - (1,8 - 0,0013\rho_{mo})(t - t_0). \quad (3)$$

Сопоставление расчётных значений плотности с экспериментальными данными показывают, что в рассматриваемом диапазоне температур погрешность определения ρ_T с использованием выражения (3) не превышает 1,0%, а при применении зависимости (2) – 1,2%. Таким образом, применение формул (2) и (3) для определения ρ_T топлив, применяемых в настоящее время в дизелях, является вполне обоснованным.

При увеличении давления плотность топлив возрастает, причём, у лёгких топлив более интенсивно. Для описания зависимости плотности топлив от давления И.В. Астахов рекомендует использовать следующую формулу [4]:

$$\rho = \rho_{mo}(1 + \alpha_{cp} \cdot P), \quad (4)$$

где ρ_{to} – плотность топлива при атмосферном давлении и $t = 20$ °С; α_{cp} – средний коэффициент сжимаемости топлива в интервале давлений от атмосферного до текущего p . Недостатком зависимости (4) является необходимость определения α_{cp} при вычислении ρ_T . Поэтому В.Я. Колупаев предложил формулу для диапазона давлений от 0 до 50 МПа [8]:

$$\rho = \rho_{mo} + (4 \cdot 10^8 / \rho_{mo}^3) \cdot p. \quad (5)$$

Анализ точности расчётных результатов при использовании формулы (5) проведён с использованием известных из литературы экспериментальных данных [1].

Важнейшим свойством топлив, оказывающим влияние на процесс топливоподачи, является вязкость. Это обусловлено тем, что вязкость характеризует сопротивление (силу трения) F перемещению одного слоя топлива относительно другого, определяемое соотношением $F = \mu_m S \, dc/dx$, где S – площадь слоя, dc/dx – градиент скорости перемещения. Коэффициент пропорциональности μ_T называется динамической вязкостью $\nu_T = \mu_T/\rho_T$.

Вязкость топлив в большей степени, чем их плотность зависит от температуры и давления. При увеличении температуры топлива его вязкость уменьшается. Причём,

наиболее интенсивно уменьшение v_t при увеличении t наблюдается у высоковязких топлив. Для выражения зависимости вязкости топлив от температуры имеется ряд эмпирических формул [9]. Наиболее известны следующие формулы:

- формула Фульчера-Таманна-Гессе

$$\lg(v_m/v_{m0}) = C/(t-t_0), \quad (6)$$

- формула Дина-Лена

$$v_m = 1/(A+B \cdot t + C \cdot t^2), \quad (7)$$

- формула Слоуна-Виннига

$$\lg v_m = A/(t+92,8) + B, \quad (8)$$

где v_{t0} – вязкость топлива при $t = 20$ °С. Недостатком выражений (6) и (8) является использование в них коэффициентов A , B , C , значения которых для различных топлив. Наиболее универсальна из имеющихся зависимостей формула, предложенная В.Я. Колупаевым [4]:

$$v_m = v_{m0} + (1,1 \cdot v_{m0} - 0,3) \cdot (1,3 - \lg t). \quad (9)$$

Формула (9) применима для широкого диапазона топлив, включая бензины.

Вязкость топлива имеет ярко выраженную зависимость не только от температуры, но и от давления. С увеличением давления сжатия вязкость топлив увеличивается, причем наиболее интенсивно у высоковязких топлив [1,5].

Для определения зависимости вязкости топлив от давления имеется ряд эмпирических формул. Д.Н. Вырубовым предложена следующая формула для топлив с плотностью $\rho_{t0} = 860 \dots 940$ кг/м³ [1]:

$$v_m = v_{m0} / (0,9789 - 26 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{m0})^{10p}. \quad (10)$$

где ρ_{t0} – плотность топлива при 20 °С и атмосферном давлении. Формула (10) применима лишь для тяжёлых топлив при давлениях до 10 МПа.

Формула, предложенная А.С. Лышевским и И.Н. Пономарёвым охватывает все виды автотракторных топлив [9]:

$$v_m = v_{m0} \exp(10bp), \quad (11)$$

где b – постоянная для дизельных топлив: по Лышевскому $b = A + Bv_{m0}$; $A = 1,4 \cdot 10^{-3}$; $B = 1,56 \cdot 10^{-4}$; по Пономарёву – $b = 0,00229$.

Для описания зависимости вязкости топлив от давления использованы данные, после статистической обработки которых получен полином вида [1]:

$$v_m = v_{m0} + 0,0045 \cdot p \cdot v_{m0}^{-2} + 0,00003 \cdot p^2 \cdot v_{m0}^3 + 0,00024 \cdot p \cdot v_{m0}^4. \quad (12)$$

При использовании выражения (12) максимальная погрешность определения v_t в диапазоне давлений 0...200 МПа и вязкостей $v_{t0} = 0,7 \dots 4,1$ мм/с² для нефтепродуктов составила 10% для топлив и 16% – для индивидуальных углеводородов.

Важным свойством топлив является их сжимаемость, характеризуемая коэффициентом α_t или обратной величиной – модулем упругости E_t . При этом коэффициент сжимаемости определяется относительным изменением объёма $\Delta V/V$ при изменении давления Δp и вычисляется в виде:

$$\alpha_m = (1/V) \cdot (\Delta V / \Delta p), \quad (13)$$

где V – начальный объём топлива. Основным фактором влияния сжимаемости топлива на процесс топливоподачи является зависимость приращения давления Δp при сжатии от α_t . Наибольшей сжимаемостью (наименьшей упругостью) отличаются лёгкие топлива (бензины), что и предопределяет их более низкие давления при сжатии, по сравнению с дизельными топливами.

При увеличении температуры топлива его сжимаемость увеличивается, а при росте давления – уменьшается. Причём, определение зависимостей коэффициента сжимаемости топлив от температуры и давления представляет наибольшую сложность. Это обусловлено особенностями измерения α_t .

На величину коэффициента сжимаемости топлив оказывают влияние характер процесса сжатия, количество содержащегося в топливе воздуха и ряд других факторов, что приводит к различным результатам даже при измерении коэффициента сжимаемости одного и того же образца топлива.

Экспериментальные данные по определению значений коэффициентов сжимаемости топлив, и без того немногочисленные, получены на различных установках, при различных условиях и диапазонах давления сжатия [1]. Всё это затрудняет использование таких данных для выявления зависимости сжимаемости топлив от их температуры и давления. Кроме того, существенное влияние на сжимаемость топлива может оказывать нерастворённый в топливе воздух. При атмосферном давлении в топливе содержится значительное количество нерастворённого воздуха. Это

может привести к увеличению коэффициента сжимаемости топлива в 2...2,5 раза [1].

Сжимаемость топлив зависит от давления сжатия p , причём, с увеличением p сжимаемость (коэффициент сжимаемости α_T) уменьшается. Наиболее интенсивное снижение α_T наблюдается при низких давлениях сжатия, что вызвано, в частности, влиянием на коэффициент сжимаемости нерастворенного в топливе воздуха [1].

Предложено несколько эмпирических формул для определения коэффициента сжимаемости при данном давлении. Д.Н. Вырубов предложил следующую формулу для определения среднего коэффициента сжимаемости тяжёлых моторных топлив [1]:

$$10^{-11} / \alpha_m = a + b \cdot p - c \cdot p^2 + d \cdot p^3. \quad (14)$$

При этом средние коэффициенты сжимаемости могут существенно отличаться от мгновенных коэффициентов сжимаемости топлив с плотностью 800...840 кг/м³ [4]:

$$10^{-11} / \alpha_m = a + b \cdot p - c \cdot p^2. \quad (15)$$

На рисунке 1 представлены также полученные нами кривые фракционной разгонки ряда топлив для дизелей производства Омского НПЗ, где обозначены: РФС – топливо дизельное расширенного фракционного состава; ДТ ПЛФ – дизельное топливо парафиновых лёгких фракций.

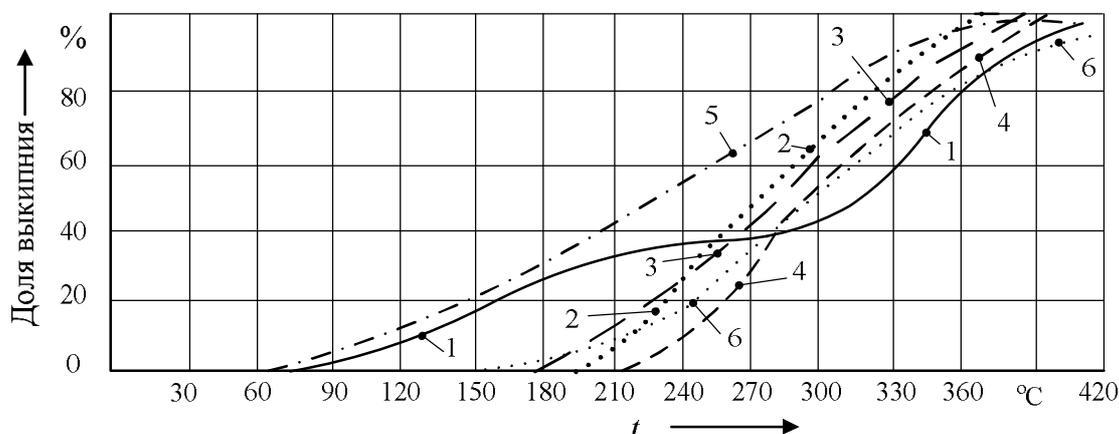


Рис. 1. Кривые фракционной разгонки сравниваемых топлив производства АО «Омский НПЗ»: 1 – топливо РФС; 2 – топливо дизельное марки «Л»; 3 – топливо УФС; 4 – топливо дизельное ДТ ПЛФ; 5 – топливо РФС (образец); 6 – топливо УФС (образец).

В таблице представлены обобщённые перспективных и стандартных жидких топлив нами данные различных марок для дизельных двигателей.

Таблица 1 – Свойства перспективных, стандартных и опытных топлив для дизелей

№ п/п	Марка топлива	Вязкость ν_{20} , мм ² /с	Плотность ρ_{4}^{20} , г/см	Парафиновые (П), %	Нафтеновые (Н), %	Ароматики (А), %	Фракционный состав, °С		
							t _{10%}	t _{50%}	t _{90%}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Топливо расширенного фракционного состава ТУ 38.401500-84	6,0	0,811	46,0	40,0	14,0	100	290	370
2	Топливо утяжеленного фракционного состава (УФС), ТУ 38.001355-86	6,5	0,840	40,0	42,0	18,0	190	290	380
3	Топливо широкого фракционного состава (ШФС)	5,5	0,790	39,2	42,8	18,0	ПО	250	340
4	Топливо моторное марки ДТ, ГОСТ 1667-68	4,4	0,930	38,0	36,0	26,0	255	355	460
5	Топливо газотурбинное (ТГВК), ГОСТ 10433-82	3,6	0,860	39,0	39,0	32,0	210	290	360
6	Топливо дизельное марки «З», ГОСТ 305-82	4,5	0,820	43,4	35,3	21,3	190	280	340

7	Топливо дизельное марки «Л», ГОСТ 305-82	6,0	0,835	41,0	40,0	19,0	180	250	360
8	Синтетическое жидкое дизельное топливо (СЖТ) из углей	6,2	0,842	33,4	26,4	40,2	196	252	315
9	Топливо судовое маловязкое (СМТ), ТУ 38.101567-87	11,4	0,890	32,4	38,8	28,8	240	345	400
10	Опытное №1 СМТ (БашНИИ НП)	4,8	0,845	32,4	30,5	28,9	205	285	355
11	Опытное №2 СМТ (БашНИИ НП)	2,8	0,812	48,2	30,5	11,3	ПО	295	360
12	Опытное №3 СМТ (БашНИИ НП)	9,2	0,880	22,8	27,1	50,1	255	350	380
13	Опытное №4 СМТ (БашНИИ НП)	5,5	0,838	34,8	24,0	41,2	120	245	335
14	Газовый конденсат (ГК) (Вултыкское месторождение)	1,7	0,730	70	18	12	70	147	350
15	Газовый конденсат (ГК) (Оренбургское месторождение)	1,2	0,740	70	20	10	40	85	200

Показатели этих топлив влияют на процессы топливоподачи (величины цикловой подачи), а углеводородный и фракционный составы – на характер индикаторного процесса (скорость нарастания давления газов в цилиндре, «жесткость» цикла – динамику процесса сгорания).

Названные марки топлива отличаются себестоимостью производства и рекомендуются для применения в дизелях различного назначения (тепловозных, автотракторных, судовых и др.). Здесь следует заметить, что влияние фракционного состава топлива на рабочий процесс отдельного рассмотрения. Показатели ряда топлив и их фракционный состав определялись нами в топливной лаборатории Омского НПЗ.

Экспериментальное подтверждение влияния проанализированных свойств жидких топлив для дизелей было получено нами индицированием быстроходного дизеля 3Д6, установленного на стенде [6]. Двигатели этой размерности (96Ч15/18) используются на путевых машинах железнодорожного транспорта в комплектации под маркой 7Д6.

Совмещенные индикаторные диаграммы при оговоренных условиях представлены на рисунке 2. Индикаторные диаграммы фотографировались зеркальным фотоаппаратом на пленку с экрана низкочастотного осциллографа С1-19 с последующей обработкой. Методика и аппаратное обеспечение описаны ранее [6].

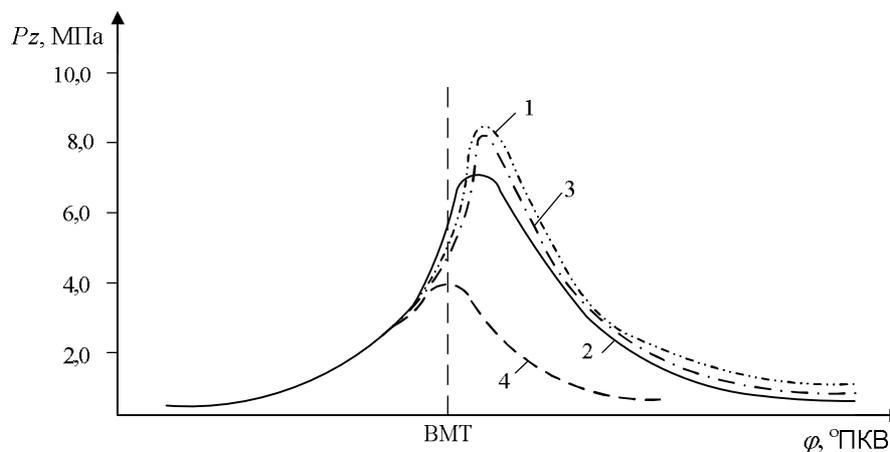


Рис. 2. Индикаторные диаграммы дизеля 6Ч 15/18 (7Д6) при работе на топливах с разными свойствами: вязкостью, плотностью, сжимаемостью при оптимальных углах опережения впрыска для каждой марки топлива, отличающегося фракционным составом:

1 – бензин; 2 – дизельное топливо; 3 – лигроин; 4 – диаграмма «чистого» сжатия

Заключение

Таким образом, при разработке инженерных решений по переводу дизеля на другой сорт топлива необходимо расчётом [2,9] оценить влияние свойств топлива на мощностные и экономические показатели двигателя и выбрать технические решения по стабилизации процессов топливоподачи и сгорания применением эффективных устройств, корректирующих вязкость, плотность и сжимаемость топлива, например, вязкостного корректора ЦНИТА [1], серийного корректора (компенсатора) изменения максимальной мощности двигателя в зависимости от плотности топлива фирмы American BOSCH [1,10,11]; корректора конструкции МГТУ им. Н.Э. Баумана; автоматического корректора ЧТЗ; двух- и трёхпозиционных муфт [1]; а также использовании смесей топлив [3,11,12] с целью приближения названных параметров топлива к таковым для топлива по ГОСТ 305-82.

Библиографический список

1. Марков, В.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах [Текст] / В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко. – М.: Легион-Авто дата, 2008. – 464 с.
2. Ведрученко, В.Р. Особенности развития процессов воспламенения и сгорания дистиллятных и тяжёлых топлив в тепловозных и судовых дизелях [Текст] / В.Р. Ведрученко // Двигателестроение. – 1998. – №2. – С. 24-26.
3. Колупаев, В.Я. Анализ влияния температуры на физические характеристики автотракторного дизельного топлива / В.Я. Колупаев // Труды ЦНИТА. – 1963. – Вып. 19. – С. 59-67.
4. Астахов, В.И. Подача и распыливание топлива в дизелях / В.И. Астахов, В.И. Трусов, А.С. Хачинян и др. – М.: Машиностроение, 1971. – 359 с.
5. Фомин, Ю.Я. Гидродинамический расчёт топливных систем дизелей с использованием ЭЦВМ / Ю.Я. Фомин. – М.: Машиностроение, 1973. – 144 с.
6. Ведрученко, В.Р. Методика индцирования среднеоборотного судового дизеля / В.Р. Ведрученко // Передовой опыт и новая техника. – М.: ЦБНТИ МРФ, 1981. – вып. 4. - С. 37-41.
7. Прокопенко, Н.И. Экспериментальные исследования двигателей внутреннего сгорания / Н.И. Прокопенко. – СПб: Лань, 2010. – 592 с.
8. Ведрученко, В.Р. Расчёт процесса топливоподачи тепловозного дизеля на маловязких топливах [Текст] / В.Р. Ведрученко, В.В. Крайнов, Н.В. Жданов / Известия Транссиба // Омский государственный университет путей сообщения. Омск. – 2015. – №2 (22). – С. 68-72.
9. Колупаев, В.Я. Взаимосвязь основных физических свойств автотракторных топлив и зависимость их от давления и температуры / В.Я. Колупаев // Труды ЦНИТА. – 1966. – Вып. 30 – С. 7-18.

10. Ведрученко, В.Р. Особенности эксплуатации судовых дизелей на топливах разного состава / В.Р. Ведрученко // Химия и технология топлив и масел. – 1992. – №11. – С. 14-15.

11. Лышевский, А.С. Зависимость вязкости дизельного топлива от давления / А.С. Лышевский // Труды Новочеркасского политехнического института. – 1955. – Вып. 30(44). – С. 225-228.

12. Володин, А.И. Топливная экономичность силовых установок тепловозов [Текст] / А.И. Володин, Г.А. Фофанов. – М.: Транспорт, 1979. – 126 с.

THE INFLUENCE OF PROPERTIES OF DIFFERENT BRANDS OF FUEL FOR DIESEL ENGINE ON CHARACTERISTICS OF FUEL FEEDING

V.R. Vedruchenko, V.V. Krainov, P.V. Litvinov

Abstract. The analysis of the influence of the basic physical properties of the different brands of fuels for diesel engine for fuel feed processing in high pressure systems. It shows the effect of fuel properties on the indicator chart by indexing experiment. We offer the most effective solutions, allowing diesel fuel to ensure stable performance when using fuels with different properties.

Keywords: fuel, fuel feed, brand, stabilization, indexes.

References

1. Markov V.A., Gaivoronsky A.I., Grehov L.V., Ivaschenko N.A. *Rabota dizelei na netrditsionnih toplivah* [Work of diesel engines on unconventional fuels]. Moscow, Legion-Avto data, 2008. 464 p.
2. Vedruchenko V.R. *Osobnosti razvitiya processov vosplamneniya i sgorania distillyatnih i tyazhelyih* [Features of development of processes of ignition and combustion of distillate and heavy fuel in the locomotive and marine diesels]. *Dvigatellestroenie*, 1998, no 2. pp. 24-26.
3. Kolupaev V.Y. *Analiz vliyaniya temperatury na fizicheskie harakteristiki avtotraktorogo dizelnogo topliva* [Analysis of the effect of temperature on the physical characteristics of autotractor diesel fuel]. *Trudu CNITA*, 1963. Rel. 19. pp. 59-67.
4. Astakhov V.I., Trusov V.I., Khachinian A.S. *Podacha i raspylivanie topliva v dizelyah* [Supply and atomization of the fuel in diesel engines]. Moscow, Mashinostroenie, 1971. 359 p.
5. Fomin Y.Y. *Gidrodinamicheskii raschet toplivnyih system dizelei s ispolzovaniem ECVM* [The Hydrodynamic calculation of diesel fuel systems with the use of computers]. Moscow, Mashinostroenie, 1973. 144 p.
6. Vedruchenko V.R. *Metodika indicirovania sredneoborotnogo sudovogo dizelya* [Methods of indexing medium-speed marine diesel engine]. *Peredovoi opyt i novaya tehnika*. Moscow, CBNTI , 1981. Rel. 4. pp. 37-41.
7. Prokopenko N.I. *Ekspere metalnie issledovaniya dvigatelei vnutrennego sgoraniya* [The experimntal researches of internal combustion engines]. St. Petersburg, Lan, 2010. 592 p.

8. Vedruchenko V.R., Krainov V.V., Zhdanov N.V. Raschet processa toplivopodachi teplovoznogo dizelya na malovyazkih toplivakh [The calculation process of fuel diesel locomotives fuels to low-viscosity]. *Izvestia Transsiba*, 2015, no 2(22). pp. 68-72.

9. Kolupaev V.Y. Vzaimosvyaz osnovnih fizicheskikh svoystv avtotraktornih topliv I zavisimost ih ot davlenia I temperature [Interconnection of the basic physical properties of automotive fuels and their dependence on pressure and temperature]. *Trudi CNITA*, 1966, Rel. 30. pp. 7-18.

10. Vedruchenko V.R. Osobennosti ekspluatatsii sudovyih dizelei na toplivah raznogo sostava [Features of operation of marine diesel engines on fuels of different composition]. *Chemistry and technology of fuels and oils*, 1992, no11. pp. 14-15.

11. Lyishevsky A.S. Zavisimost vyazkosti dizelnogo topliva ot davlenia [The dependence of the viscosity of diesel fuel from the pressure]. *Trudi Novocherkasskogo Politehnicheskogo Instituta*, 1955, Rel. 30(44). pp. 225-228.

12. Volodin A.I., Fofanov G.A. *Toplivnaya ekonomichnost silovyih ustanovok teplovoznov* [The fuel efficiency of diesel power plants]. Moscow, Transport, 1979. 126 p.

Ведрученко Виктор Родионович (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Теплоэнергетика» ФГБОУ

ВО ОмГУПС (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: vedruchenko@mail.ru).

Крайнов Василий Васильевич (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика» ФГБОУ ВО ОмГУПС (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: krainovVV@omgups.ru).

Литвинов Павел Васильевич (Омск, Россия) – аспирант очной формы обучения кафедры «Теплоэнергетика» ФГБОУ ВО ОмГУПС (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: mediator-ipv1992@mail.ru).

Victor R. Vedruchenko (Omsk, Russian Federation) – doctor of technical sciences, professor, department of Heat Energy, Omsk State Transport University (644046, Marks avenue, 35, Omsk, e-mail: vedruchenko@mail.ru).

Vasily V. Krainov (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor, department of Heat Energy, Omsk State Transport University (644046, Marks avenue, 35, Omsk, e-mail: krainovVV@omgups.ru).

Pavel V. Litvinov (Omsk, Russian Federation) – post graduate student of the Heat Energy Department of the Omsk State Transport University (644046, Marks avenue, 35, Omsk, e-mail: mediator-ipv1992@mail.ru).

УДК 330.1 (470)

СОЦИОПРИРОДОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ДОСТАВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

В.А. Корчагин¹, Е.В. Сливинский², Ю.Н. Ризаева¹, С.Н. Сухатерина¹

¹Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк;

²Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Россия, г. Елец.

Аннотация. Рассмотрены методология, принципы формирования и функционирования в социоэкологокультурном ключе открытых социоприродоэкономических транспортных систем (СПЭТС) доставки сельскохозяйственной продукции. В качестве научной базы предлагается использовать структурный и функциональный аспекты, системный анализ и логистический подход для планирования доставки сельскохозяйственной продукции в динамично изменяющихся условиях с учетом интересов окружающей природной среды до принятия управленческих решений по повышению эффективности перевозок на основе целостности воспроизводственного процесса и единства транспортной системы.

Ключевые слова: природа, человек, транспортная система, продукция, целостность.

Введение

Проблема обеспечения эффективного управления системой транспортировки сельскохозяйственной продукции является актуальной и важной, требует своего научного осмысления и практического решения.

В настоящее время нет научного инструментария управления доставкой сельскохозяйственной продукции на основе биосферно-совместимого критерия [1], отсутствует научно-практическая методика управления процессом доставки продукции. Для решения указанных задач требуются

новые принципы, методы, средства, модели, объект исследования. Снижение эффективности сбора, переработки, отправки и доставки сельскохозяйственной продукции обусловлено возрастанием транспортных издержек и значительным увеличением ресурсного потребления СПЭТС. Это приводит к возникновению социального и природного дисбалансов функционирования социоприродоэкономической транспортной системы на урбанизированных территориях, которые выступают естественными ограничителями развития всех несбалансированных систем [2].

Концептуальная модель функционирования СПЭТС доставки сельскохозяйственной продукции

Для осмысления природы механизма функционирования СПЭТС предложено использовать структурный аспект, то есть выявить из каких частей и элементов она состоит и как они связаны между собой и функциональный аспект, то есть то, как именно он влияет на производственные и хозяйственные процессы, какие действия, изменения и результаты в них он систематически производит. Целесообразно разработать научную базу планирования доставки сельскохозяйственной продукции в динамично изменяющихся условиях с учетом интересов окружающей природной среды при принятии управленческих решений по повышению эффективности перевозок на основе целостности воспроизводственного процесса и единства транспортной системы.

В качестве общеметодологической базы исследования функционирования социоприродоэкономической транспортной системы в статье использован системный подход, то есть применение совокупности общенаучных методологических принципов, в основе которых лежит рассмотрение СПЭТС как единой целостной системы, состоящей из двух подсистем – социоэкономической и социоэкологической, взаимосвязанных между собой и взаимодействующих с внешней и природной окружающей средами. Системный подход предполагает адекватное реагирование системы на возникающие в процессе ее функционирования ситуации. С позиций системного подхода, социоприродоэкономическая транспортная система является открытой сложной системой, ее подсистемы взаимодействуют не только между собой, но и с постоянно меняющимися внешней и окружающей средами.

Влияние природы на человека определяется объективными закономерностями ее развития, и это заставляет обращать пристальное внимание на изучение механизмов ее целостного функционирования. Так как в природе «все связано со всем», невозможно воздействовать на часть системы без последствий для всей системы (для биосферы, как и для отдельного организма) [3]. Отсутствие или повреждение нескольких связей система может компенсировать, но если их будет нарушено много или будут затронуты наиболее существенные из них, система прекращает существование. Чем сложнее система, тем больше у нее компенсаторных возможностей и связей, что и позволяет ее долго и безнаказанно эксплуатировать. Но когда будет пройден порог адаптации, наступают необратимые изменения, что и происходит с биосферой в наше время.

Содержание процессов, протекающих в СПЭТС, должно рассматриваться не только с точки зрения транспортного процесса, но и человека, и условий его жизнедеятельности, для решения перечисленных выше проблем необходимо установить связь между природопользованием и природовоспроизводством. Поэтому предметом такого исследования, в первую очередь, должны стать природохозяйственная деятельность людей и ее естественная основа – природные ресурсы, природная среда. В совокупности эти элементы и составляют воспроизводственную основу функционирования социоприродоэкономической транспортной системы, а их использование все более превращается в фактор определяемый уровень эколого-экономической эффективности перевозок сельскохозяйственной продукции.

В систему транспортировки сельскохозяйственной продукции входят две подсистемы – социоэкологическая (природная) и социоэкономическая. Особенность ее функционирования заключается в следующем: выход природной подсистемы (импортируемые из нее природные ресурсы) выступает входом для социоэкономической подсистемы, которая преобразует входные материально – энергетические потоки природных, внешних и производственных ресурсов в выходные потоки транспортной продукции по

ТРАНСПОРТ

перемещению продукции и наоборот выход экономической системы (транспортная продукция по перемещению грузов, сопровождающаяся выбросами вредных веществ в ОС) является входом для природной подсистемы.

Ранее [4] была предложена модель социоприродоэкономической системы (СПЭС), принципы функционирования которой обеспечат гармоничное, сбалансированное и целостное взаимодействие двух подсистем системы. Чтобы добиться природовоспроизводства СПЭС доставки сельскохозяйственной продукции социоэкологическая и социоэкономическая подсистемы должны воспроизводиться в нормальном качестве и необходимых границах. Это возможно за счет

связей взаимного соответствия и взаимного дополнения подсистем и за счет достижения такого хозяйственного порядка, который способен обеспечить сбалансированное использование всех экономических ресурсов. При доставке сельскохозяйственной продукции необходимо применять экономические ресурсы для преодоления техногенного воздействия на социоэкологическую подсистему; внедрять биосферно-совместимые технологии и алгоритмы работы транспорта; рационально использовать транспортные, складские и информационные ресурсы. Таким образом достигается обеспечение воспроизводственной целостности СПЭС доставки сельскохозяйственной продукции (рис. 1).



Рис. 1. Концептуальная модель функционирования СПЭС доставки сельскохозяйственной продукции

СПЭТС обладают отличительными признаками, которые могут усиливать или ослаблять единство системы: иерархическая структура, включающая в себя большое число взаимосвязанных элементов (подсистем); наличие общей цели функционирования системы, которой подчинены конкретные задачи функционирования отдельных подсистем; наличие интенсивных потоков вещества, энергии и информации; функционирование в условиях воздействия случайных факторов, в том числе и факторов внешней и окружающей сред; уязвимость при воздействии случайных факторов; наличие черт самоорганизации, то есть способность приходить к новому устойчивому состоянию вследствие изменения своих свойств.

Социально-экологическая и социально-экономическая подсистемы являются относительно самостоятельными, развиваются по своим законам. Но в процессе их взаимодействия возникают специфические отношения, которые формируются под влиянием хозяйственных функций по использованию эколого-экономических ресурсов, посредством которых достигается определенная степень единства, целостности воспроизводственного процесса СПЭТС. Целостность системы обеспечивается вследствие того, что подсистемы постоянно воспроизводят и совершенствуют способность решать свои обособленные задачи и создавать условия для функционирования системы в целом [5].

Приведение хозяйственного механизма и хозяйственной социоприродоэкономической транспортной системы в состояние целостности является актуальной и необходимой задачей, так как чем выше уровень целостности социоприродоэкономической транспортной системы, тем дольше она может функционировать в относительно устойчивом состоянии. Для достижения эффективности функционирования СПЭТС необходимо выстраивать взаимоотношения для всех подсистем, входящих в ее состав в соответствии со своими потребностями и экономическими интересами.

Категории части и целого применительно к сложным саморегулирующимся системам обретают новые характеристики. Целое уже не исчерпывается свойствами частей, возникает системное качество целого. Часть внутри целого и вне его обладает разными свойствами. Сложные системы отличаются от

простых наличием системного эффекта и эмерджентности (возникновение, проявление нового). Эмерджентность означает, что суммарный эффект всех элементов системы не равен общему ее эффекту.

В статье предложена реализация идеи глобального эволюционизма, который соединяет традиционные эволюционные идеи с системными представлениями, что обеспечивает возможность видения объектов природы и общества как сложных, саморазвивающихся систем. По отношению к саморегулирующимся системам саморазвивающиеся системы являются более сложным типом системной целостности. Это тип систем характеризуется развитием, в ходе которого происходит переход от одного вида саморегуляции к другому. Саморазвивающимся системам присуща иерархия уровней организации элементов, способность порождать в процессе развития новые уровни. Причем каждый такой новый уровень оказывает обратное воздействие на ранее сложившиеся, перестраивает их, в результате чего система обретает новую целостность. С появлением новых уровней организации система дифференцируется, в ней формируются новые, относительно самостоятельные подсистемы. Вместе с тем перестраивается блок управления, возникают новые параметры порядка, новые типы прямых и обратных связей.

В России в реальном бизнесе на транспорте недостаточно имеется методов, разработанных на фундаментальной научной основе. На наш взгляд, системный подход и логистика это главные из инструментальных научных направлений, внедрение которых дает масштабные экономические результаты.

Суть естественных законов состоит в сохранении роста потока свободной энергии в процессах, где выделяется больше энергии, чем потрачено на процесс. Чтобы ее получать из чего-то, это что-то должно двигаться ритмично, то есть принимать форму волны. Подобная свободная энергия, или синергия, есть функция работоспособности системы.

Синергия может быть обеспечена если: взаимодействуют как минимум два потока разных видов ресурсов; эти потоки будут резонансными, то есть совпадать по фазе (периоду ввода); потоки будут разнонаправленными [6,7,8].

Синергия в СПЭТС есть корпоративный эффект взаимодействия потоков разных

видов ресурсов, который принимает в равновесном состоянии предельное значение (не более 10 %). При этом взаимодействие потоковых ресурсов в пределах цикла есть универсальная форма движения и развития, определяющая существование самой системы. Движение ресурсов в СПЭТС происходит через изменение их качества, количества и стоимости.

Логистический подход к производству и управлению ориентирован на получение синергетического эффекта через использование логики троичности при реализации процессов, представляющих собой единство взаимообусловленных, взаимодополняющих трех различных динамических уникальных начал, составляющих полноту целого. Тогда троичность в организации производства и управления есть основа их системобразования, так как она обеспечивает исчерпывающую охватность и однозначную адекватность.

Заключение

Научной, интеллектуальной революцией XXI в. должно стать понимание природы сознания, духа, души. Главная причина кризиса общества – кризис духовности человека, а экономический кризис проявляется при нарушении баланса между спросом и предложением.

Предлагаемую концепцию отличает стремление авторов показать первоочередную важность формирования у молодых ученых природоцентрического экологического сознания и мышления, духовной и нравственной составляющих в решении проблем социума и мировой экономики. Исключение нравственных проблем и экологического сознания, отказ от их решения ведут человечество к коллапсу. Подобные выводы в своей концепции сделал академик Моисеев Н. Н., он рассматривает устойчивое развитие природы и человека, как процесс коэволюции, взаимовыгодного единства [9].

Предложена научно-обоснованная концепция формирования социоприродоэкономической транспортной системы доставки сельскохозяйственной продукции на базе системного и логистического подходов как основы методологии управления СПЭТС. Модель предполагает необходимость постоянного исследования состояния системы, соотнесение этого состояния с ожидаемым, поиск необходимых воздействий для приведения подсистем и системы в целом к

способности воспроизводства при природопотреблении, принятие управленческих решений, воздействие на систему, ожидание реакции системы, восстановление характеристик природно-ресурсного потенциала системы; восстановление способности экологической подсистемы.

Библиографический список

1. Корчагин, В.А. Биосферно-совместимый критерий оценки и сравнения экологической опасности автомобилей / В.А. Корчагин, Ю.Н. Ризаева, С.Н. Сухатерина // Автотранспортное предприятие. – 2015. – №8. – С. 51-53.
2. Данилов – Данильян, В. И., Лосев К. С., Рейф И. Е. Перед главным вызовом цивилизации. Взгляд из России. – М.: ИНФРА-М, 2005. – Режим доступа: http://lit.lib.ru/r/rrejf_i_e/peredglawnymwyzowomcivilizacii.shtml
3. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера: Монография / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1989. – 362 с.
4. Корчагин, В.А. Ноосферологические подходы создания социоприродоэкономических транспортно-логистических систем / В.А. Корчагин, Ю.Н. Ризаева // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 1. – С. 45 - 48.
5. Корчагин, В.А. Модель поиска биосферно-совместимого функционирования транспортной социоприродоэкономической системы / В.А. Корчагин, Ю.Н. Ризаева // Мир транспорта и технологических машин. – 2015. – №.3. – С. 130-136.
6. Зырянов, В.В. Модель цепи поставок при интеграции управления запасами и конкуренции между предприятиями / В.В. Зырянов, М.Г. Поповян // Ростовский государственный строительный университет, г Ростов-на-Дону. – 2011. – С. 25 - 28.
7. Литвинов, А.В. Логистические подходы к организации грузовых автомобильных перевозок в городах / А.В. Литвинов, В.А. Гудков, А.В. Вельможин // Автотранспортное предприятие. – 2009.- №8. – С. 15 – 18.
8. Некрасов, А.Г. Проблемы обеспечения комплексной безопасности глобальных цепей поставок / А.Г. Некрасов, Л.Б. Миротин., М.А. Некрасова / Интегрированная логистика. – 2010. – № 1. – С. 2 - 4.
9. Моисеев, Н.Н. Коэволюция природы и общества. Пути ноосферогенеза / Н.Н. Моисеев // Экология и жизнь. – 1997. – № 2-3. – Режим доступа: <http://www.ecolife.ru/jomal/echo/1997-2-1.shtml>

SOCIAL NATURAL ECONOMIC TRANSPORT SYSTEM SUPPLY OF AGRICULTURAL PRODUCTS

V.A. Korchagin, E.V. Slivinsky,
Yul.N. Rizaeva, S.N. Suhaterina

Abstract. The methodology, the principles of formation and functioning of the social ecological

cultural vein open social nature of economic transport systems of delivery of agricultural products. As a scientific basis are encouraged to use the structural and functional aspects of systems analysis and logistics approach for planning the delivery of agricultural products in the rapidly changing conditions in the interests of the environment before making management decisions to improve the efficiency of traffic based on the integrity of the reproductive process and the unity of the transport system .

Keywords: nature, people, transport systems, products, integrity.

References

1. Korchagin V.A., Rizaeva Yu.N., Suhaterina S.N. Biosfero-sovmestimiy kriteriy ocenki i sravneniya ekologicheskoy opasnosti avtomobiley [Biosphere-compatible criterion for evaluating and comparing the environmental hazard of cars]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2015, no 8, pp. 51-53.
 2. Danilov – Danilyan V. I., Losev K. S., Reif I. E. Pered glavnim vizovom civilizacii. Vzgl'yad iz Rossii [Before the main call of civilization. Look from Russia]. - Moscow: INFRA-M, 2005. Internet-resurs: http://lit.lib.ru/r/refj_i_e/peredglawnymwyzowomciwilizacii.shtml
 3. Vernadskiy V.I. *Biosfera i noosfera: Monografiya* [Biosphere and noosfera]. Moscow: Nauka, 1989. 362 p.
 4. Korchagin V.A., Rizaeva Yu.N. Noosferologicheskie podhody sozdaniya socioprirodoekonomicheskikh transportnologicheskikh system [Noosferologicheskie approaches create sotsioprirodoekonomicheskikh transport and logistics systems]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2012, no 1, pp. 45 - 48.
 5. Korchagin V.A., Rizaeva Yu.N. Model poiska biosfero-sovmestimogo funkcionirovaniya transportnoy socioprirodoekonomicheskoy sistemi [Model of search of the biosphere-compatible functioning of a transport socioprirodoekonomicheskoy system]. *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin*, 2015, no.3, pp. 130-136.
 6. Ziryarov V.V., Popovyan M.G. *Model cepi postavok pri integracii upravleniya zapasami i konkurencii mezhdru predpriyatiyami* [Model of chain of deliveries during integration of control of inventories and competition between enterprises]. Rostovskiy gosudarstvenniy stroitelniy universitet, Rostov-na-Donu, 2011, pp. 25 - 28.
 7. Litvinov A.V., Gudkov V.A., Velmozhin A.V. Velmozhin Logisticheskie podhodi k organizacii gruzovih avtomobilnih perevozok v gorodah [Logistic going near organization of freight motor-car transportations in cities]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2009, no 8, pp. 15 – 18.
 8. Nekrasov A.G., Mirotin L.B., Nekrasova M.A. Problemi obespecheniya kompleksnoy bezopasnosti globalnih cepey postavok [Problems of providing of complex safety of global chains of deliveries]. *Integrirovannaya logistika*, 2010, no 1, pp. 2 - 4.
 9. Moiseev N.N. Koevolyciya prirodi i obschestva. Puti noosferogeneza [Koevolyciya of nature and society. Ways of noosferogeneza]. *Ekologiya i zhizn*, 1997, no 2-3. Internet-resurs: <http://www.ecolife.ru/jomal/echo/1997-2-1.shtml>
- Корчагин Виктор Алексеевич (Липецк, Россия) – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, зав. кафедрой «Управления автотранспортом» ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», (398600, г. Липецк, ул. Московская, д. 30, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru).*
- Сливинский Евгений Васильевич (Елец, Россия) – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой прикладной механики и инженерной графики ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», (125993, Москва, ул. Тверская, д. 11, ГСП-3, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru).*
- Ризаева Юлия Николаевна (Липецк, Россия) – доктор технических наук, доцент, доцент кафедры «Управления автотранспортом» ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет» (398600, г. Липецк, ул. Московская, д. 30, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru).*
- Сухатерина Светлана Николаевна (Липецк, Россия) – аспирант кафедры «Управления автотранспортом» ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», (398600, г. Липецк, ул. Московская, д. 30, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru).*
- Korchagin V. Alexeyevich (Lipetsk, Russian Federation) – honored worker of science, doctor of technical sciences, professor, laureate of the RF Government Prize in Science and Technology, Head Department road management of Lipetsk State Technical University (398600, Lipetsk, Moscow street, 30, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru).*
- Slivinsky E. Vasilevich (Yelets, Russian Federation) – doctor of technical sciences, professor, Head department of Applied Mechanics and Engineering Graphics Yelets State University Bunin (125993, Yelets, Tverskaya Street, 11, GSP-3, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru).*
- Rizaeva Yul. Nikolaevna (Lipetsk, Russian Federation) – doctor of technical sciences, Associate professor, department road management Lipetsk State Technical University (398600, Lipetsk, Moscow street, d 30, e-mail: rizaeva.un@yandex.ru).*
- Suhaterina S. Nikolaevna (Lipetsk, Russia) – postgraduate Auto Transport Management Department of Lipetsk State Technical University (398600, Lipetsk, Moscow street, d 30, e-mail: rizaeva.un@yandex.ru).*

УДК 629.3.067, 629.3.047

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

А.С. Лебедева, В.Ю. Максимов

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», кафедра Управления транспортными системами, Россия, г. Санкт-Петербург.

Аннотация. В статье рассматриваются сущность и классификация видов безопасности управления транспортным средством. Значительное внимание автор уделяет понятиям активной и пассивной безопасности. На основании результатов исследования предлагаемых на мировом рынке инновационных технологий, обеспечивающих активную безопасность управления транспортным средством, предложена их классификация. Изучены существующие подходы к оценке систем активной безопасности, и выявлены их недостатки. Предложена клиентоориентированная методика сравнительной оценки систем контроля состояния водителя на основе многокритериального подхода.

Ключевые слова: инновационные технологии, активная безопасность, оценка эффективности, транспортные средства.

Введение

Обеспечение безопасности является одной из базовых потребностей человека согласно теории А. Маслоу [1]. Поэтому данная задача относится к приоритетным направлениям инновационной деятельности человека. Научно-технический прогресс открывает новые возможности ее решения: разрабатываются системы предупреждения природных катастроф и катаклизмов, внедряются новые способы оповещения человека об опасностях. Но вместе с тем научная эволюция создает новые техногенные угрозы, одним из источников которых является автомобильный транспорт.

Появившийся в 19-м веке, автомобиль буквально через несколько лет стал объектом риска для здоровья человека. В мае 1896 года зафиксировано первое происшествие – наезд автомобиля на пешехода, а уже в августе 1896 года аналогичное происшествие закончилось летальным исходом [2]. Современные транспортные средства становятся все более технологичными. С каждым годом на 5-6% увеличивается количество автомобилей на дорогах [3], возрастает плотность транспортных потоков, их скорость и интенсивность. Это приводит к увеличению вероятности дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и возможной степени тяжести последствий аварий. Так по данным ГИБДД в 2015 году по сравнению с прошлым годом на 3,8% увеличилось количество ДТП в России [4].

Существующая необходимость разработки, совершенствования, внедрения инновационных технологий, обеспечивающих

безопасность управления транспортным средством, обуславливает постоянный рост предложения подобных инноваций на мировом рынке. Однако далеко не все предлагаемые инновационные технологии решают поставленные перед ними задачи. В связи с этим актуальным представляется анализ существующих систем обеспечения безопасности управления транспортным средством, методов оценки их эффективности с целью выявления наиболее перспективных с точки зрения коммерциализации.

Важный вклад в изучение проблем обеспечения активной безопасности управления транспортным средством внесли такие отечественные и зарубежные ученые, как А.И. Рябчинский, Б.В. Кисуленко, Ю.Ю. Покровский, К.С. Ремнев, Р.К. Jurgen. Однако методические вопросы систематизация и оценки эффективности инновационных разработок в данной сфере остаются практически не изученными.

Сущность и классификация видов безопасности управления транспортным средством

Сущность безопасности управления транспортным средством заключается в возможности водителя уверенно и с комфортом управлять механической системой «автомобиль – дорога», что обеспечивается конструктивными особенностями автомобиля и дополнительными системами контроля управления транспортным средством. Классификация видов безопасности управления транспортным средством представлена на рисунке 1.

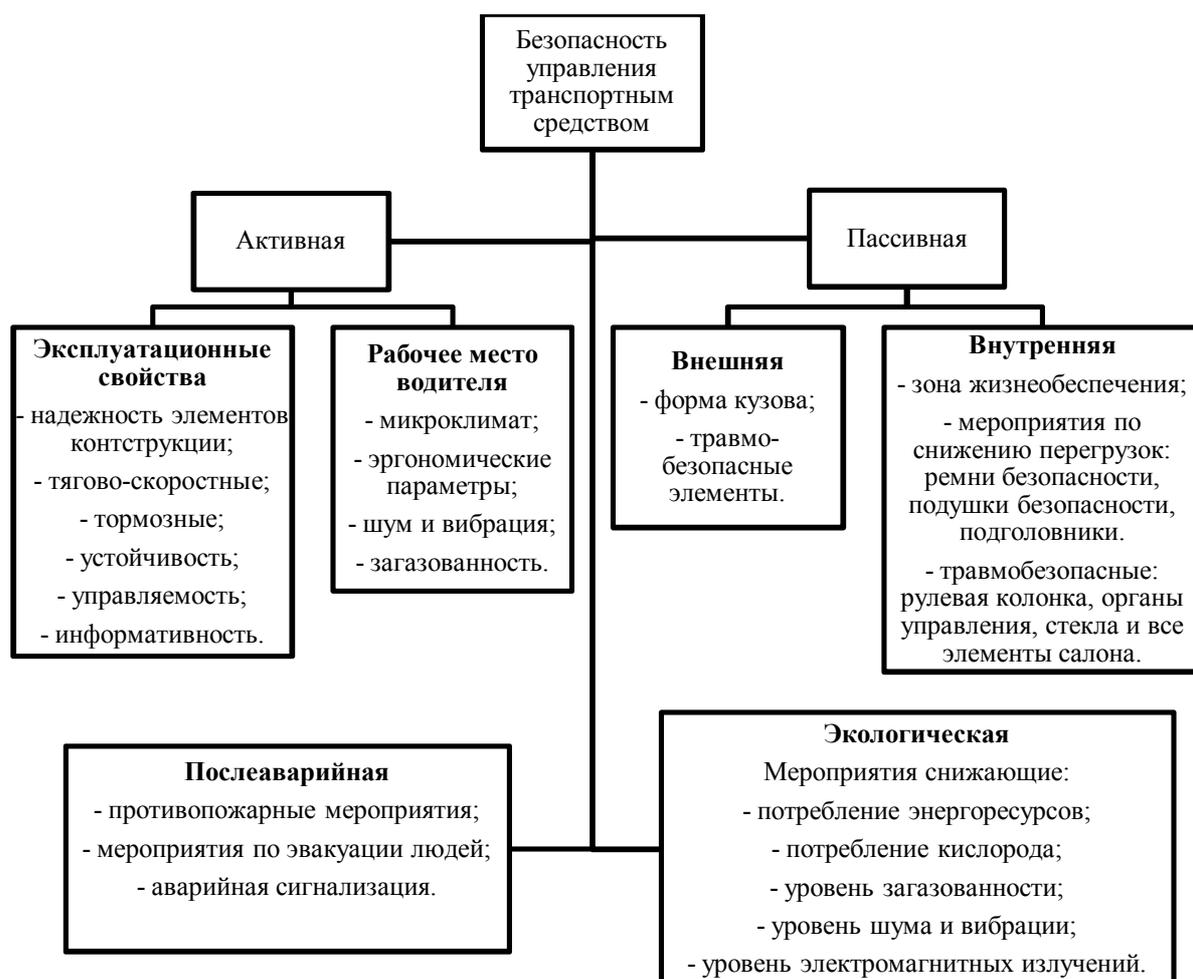


Рис. 1. Классификация видов безопасности управления транспортным средством

Активная безопасность - это свойство автомобиля снижать вероятность возникновения ДТП или полностью его предотвращать [5]. Данное свойство проявляется в тот период, когда водитель контролирует транспортное средство и имеет возможность изменить характер движения автомобиля во время опасной дорожной обстановки или ситуации. Кроме того, системы активной безопасности позволяют снизить вероятность опрокидывания автомобиля. Активная безопасность автомобиля зависит как от эксплуатационных свойств транспортного средства (свойств шин, колес (дисков), тормозной системы, рулевого управления, подвески), так и от параметров рабочего места водителя, электронных систем информирования водителя о дорожной ситуации. К системам активной безопасности автомобиля относят антиблокировочную систему (ABS), усилитель экстренного торможения (BA), системы курсовой стабилизации (ESP, ASC, CST),

системы предупреждения водителя и торможения автомобиля в условиях городского трафика (City Safety) и др. [6].

Пассивная безопасность — это совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на снижение тяжести ДТП [5]. Инновации в направлении обеспечения пассивной безопасности связаны с конструкционными особенностями кузова автомобиля, использованием новейших, более прочных материалов, надежных и удобных удерживающих пассажиров систем.

Таким образом, системы активной безопасности нивелируют вероятность возникновения ДТП, а системы пассивной безопасности уменьшают тяжесть данного происшествия.

Применение инновационных технологий обеспечения активной и пассивной безопасности транспортного средства в значительной степени позволяет сократить вероятность аварии и гибели людей в ДТП.

Так согласно плану Еврокомиссии вероятность гибели людей в ДТП должна быть близка к нулю к 2020 году, а к 2030 году планируется снизить вероятность ДТП практически до нуля [7].

Рассмотрим более подробно инновационные технологии обеспечения активной безопасности управления транспортным средством.

Исследование инновационных технологий обеспечения активной безопасности управления транспортным средством

Условно, все инновационные решения в рамках активной безопасности можно разделить на несколько групп: системы предупреждения столкновений, системы контроля состояния водителя, системы помощи водителю в сложной дорожной обстановке (рис.2).

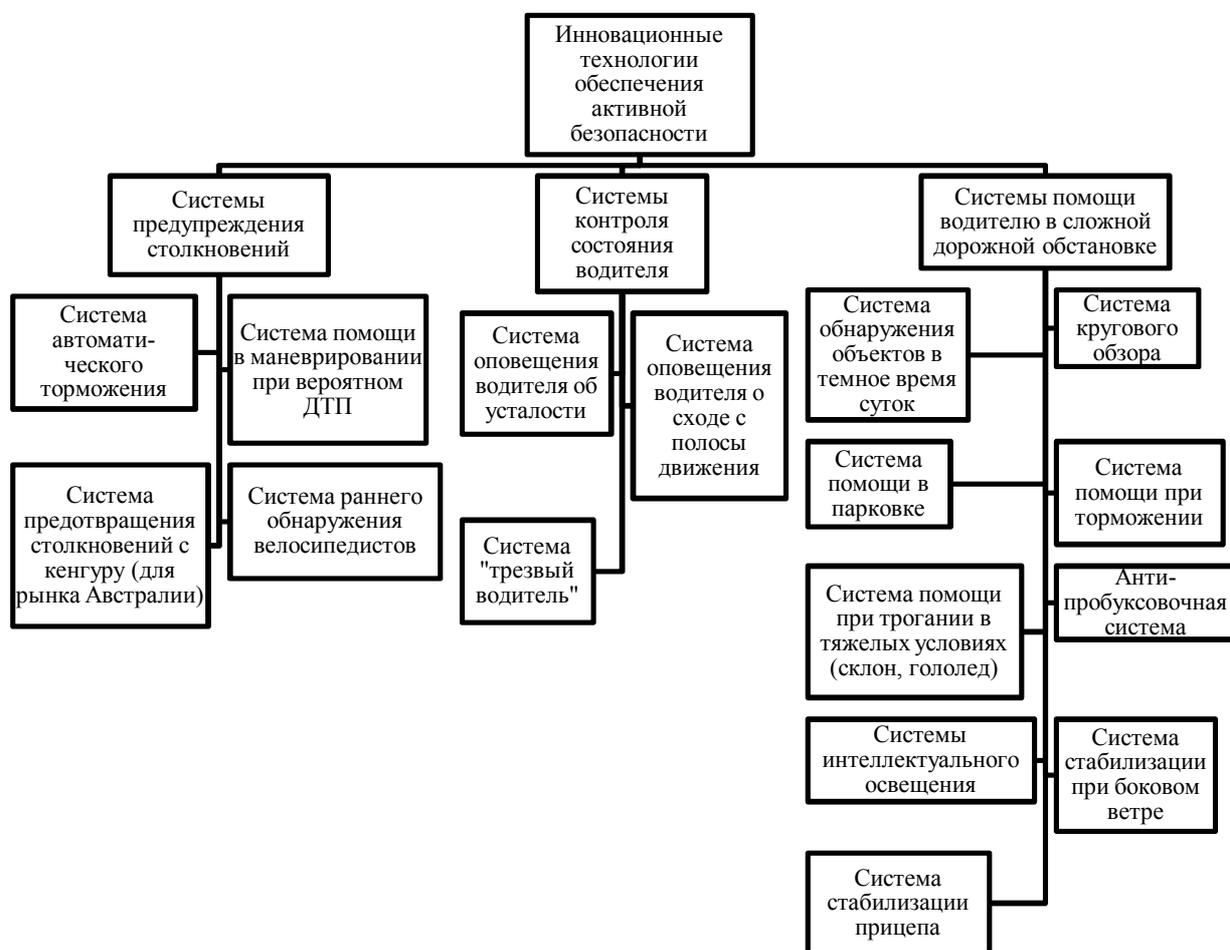


Рис. 2. Классификация систем активной безопасности управления транспортным средством

Первая группа включает в себя системы, которые помогают избежать ДТП, в некоторых случаях даже без участия водителя. Яркими представителями группы являются инновационные решения компаний Mercedes-Benz (система BAS Plus) и Volvo (City Safety). Данные системы призваны остановить водителя при сближении с препятствием, автомобилем и пешеходом.

Сперва водитель будет предупрежден о вероятности ДТП, а в случае, если водитель не предпримет никаких действий, скорость автомобиля будет снижена и он будет остановлен принудительно.

Другая группа – это инновационные технологии, позволяющие следить за состоянием водителя во время движения. Она включает в себя системы, которые

анализируют характер движения автомобиля и оценивают степень изменения параметров управления автомобилем, стиль вождения, на основе результатов анализа определяют психофизиологическое состояние водителя. К примеру, технология Attention Assist от компании Mercedes-Benz проводит анализ ряда показателей на скорости от 60 до 200 км/ч, и при отклонении от зафиксированного ранее поведения водителя выдает предупреждение и звуковое оповещение о необходимости отдыха.

Третья группа включает в себя системы помощи водителю в сложной дорожной обстановке, которые призваны компенсировать у водителя недостаток опыта или сил и помочь справиться с автомобилем в различных обстоятельствах. Наиболее известными примерам таких технологий являются антиблокировочная система ABS, система курсовой устойчивости ESP и другие. Во многих странах производство автомобилей без систем данной группы запрещено законодательно.

Каждая из рассмотренных групп инновационных технологий обеспечения активной безопасности детализируется на подгруппы (рис.2). В свою очередь, каждая подгруппа представлена конкретными инновационными разработками автопроизводителей, целью которых является повышение конкурентоспособности своих моделей.

Оценка эффективности систем активной безопасности управления транспортным средством

Оценка эффективности систем активной безопасности проводится автопроизводителями еще на этапе проектирования автомобиля: исследуются его параметры и закладываются необходимые эксплуатационные свойства с использованием электронно-вычислительных систем и комплексов моделирования поведения автомобиля, например SDK Simulation.

Кроме того, эффективность систем оценивается и независимыми экспертами. В 2009-м году европейский комитет по проведению независимых краш-тестов автомобилей EuroNCAP (The European New Car Assessment Programme) разработал новую систему оценки безопасности автомобиля, впервые включив в нее следующие виды оценки систем активной безопасности: оценка системы автономного экстренного торможения в городских

условиях (AEB City); оценка электронной системы курсовой устойчивости (ESC); оценка системы обеспечения рекомендованного скоростного режима; оценка системы автономного экстренного торможения в междугородних поездках (AEB Interurban); оценка системы удержания автомобиля на полосе движения [8].

Проведение данных тестов необходимо для определения эффективности тех или иных инновационных технологий, для «чистоты» показателя безопасности определенной модели автомобиля, а так же для мотивации автоконцернов к внедрению и разработке инноваций в этой области.

Однако независимые рейтинги также имеют ряд недостатков. В отличие от тестов пассивной безопасности, системы активной безопасности не получают итоговой сравнительной оценки. То есть конечному потребителю, не углубляясь в подробные результаты тестов, невозможно понять система какого автопроизводителя работает эффективнее. Разработка наглядной методики оценки исследуемых систем поможет производителям выработать верное направление инновационных разработок, а покупателям обеспечит возможность сравнения их эффективности при выборе.

Рассмотрим возможный вариант подхода к оценке инновационных технологий одной группы на примере систем контроля состояния водителя от Ford, Jaguar Land Rover и General Motors. Данные технологии еще не доступны на серийных автомобилях, но уже активно тестируются на полигонах автоконцернов.

Компания Ford разрабатывает и готовит к внедрению систему Driver Workload, которая с помощью встраиваемых датчиков измеряет температуру окружающего воздуха, температуру тела водителя, сердечный ритм и частоту дыхания. На основе полученных данных интеллектуальное устройство делает вывод о степени усталости водителя и уведомляет его о необходимости отдыха. Так же система может увеличить чувствительность других систем активной безопасности и ограничить работу второстепенного оборудования, например, мультимедийной системы автомобиля.

Схожую по своим параметрам и принципу работы систему Driver Wellness Monitoring тестирует компания Jaguar Land. Датчики, встроенные в сидение водителя, отслеживают и анализируют вибрации от дыхания и сердцебиения. По задумке

компания данная система при обнаружении опасности сможет отрегулировать громкость стереосистемы, подсветку в салоне, температуру воздуха в автомобиле для того, чтобы взбодрить водителя или наоборот расслабить его, когда система понимает, что водитель чрезмерно возбужден. А в случае возникновения опасности для жизни и здоровья она сможет остановить автомобиль и вызвать помощь.

Другим путем пошла компания General Motors. Их технология, разрабатываемая совместно с компанией Seeing Machines, называется Driver Attention Assist. Она ориентируется с помощью камеры установленной над лобовым стеклом автомобиля. Камера во время движения постоянно отслеживает мимику, частоту моргания, время закрывания век, степень раскрытия рта, положение головы и частоту появления зевоты. В случае потери концентрации водителя или при засыпании система подаст сигнал водителю о том, что нужно остановиться. Главным ее недостатком на первоначальном этапе тестирования является невозможность вмешаться в управление транспортным средством.

Определим основные критерии сравнительной оценки рассматриваемых технологий:

- 1) взаимодействие с другими системами безопасности;
- 2) количество датчиков задействованных в системе;
- 3) наличие зуммера;
- 4) возможность остановить автомобиль;
- 5) взаимодействие с другими системами безопасности.

Первые два критерия измеряются в количественном выражении, последние три критерия - опциональные. Сравнительный анализ по критериям разных единиц измерения может быть проведен с использованием интегральной или балльной методики оценки. Так как балльная методика предполагает экспертную оценку, которая носит субъективный характер, то целесообразным является использование интегральной методики.

Исходные данные представляются в виде матрицы a_{ij} (табл. 1), с указанием удельного веса критерия, отражающего его значимость для потребителей.

Таблица 1 – Исходные данные для сравнительного анализа систем контроля состояния водителя

Критерий оценки	Вес критерия	Driver Workload (Ford)	Driver Wellness Monitoring (Jaguar Land Rover)	Driver Attention Assist (GM)
Количество оцениваемых параметров	0,1	4	2	6
Количество датчиков задействованных в системе	0,1	3	2	1
Наличие зуммера (1 – да, 0 – нет)	0,1	1	1	1
Возможность остановить автомобиль (1 – да, 0 – нет)	0,4	0	1	0
Взаимодействие с другими системами безопасности (1 – да, 0 – нет)	0,3	1	1	0

По каждому критерию выделяется наилучшее значение ($\max a_{ij}$) и заносится в столбец условной эталонной системы контроля состояния водителя. При этом наилучшее значение может быть как наибольшим, так и наименьшим по строке. Далее исходные показатели матрицы стандартизируются в отношении соответствующего эталонного проекта по одной из формул в зависимости от того, максимальное или минимальное значение критерия является наилучшим:

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}}; \quad (1)$$

$$\text{или } x_{ij} = 1 - \frac{\max a_{ij}}{a_{ij}}, \quad (2)$$

где a_{ij} – исходные значения критериев для систем контроля состояния водителя; x_{ij} – приведенные относительные показатели критериев для систем контроля состояния водителя.

Приведенный относительный показатель отражает величину отклонения фактического значения критерия от эталонного.

Интегральную оценку эффективности систем контроля состояния водителя (R_j) предлагается рассчитывать, как среднеквадратическое отклонение суммы конечного числа взаимно независимых случайных величин [9], определяемое, в нашем случае, по формуле:

$$R_j = \sqrt{K_1(1 - x_{1j})^2 + \dots + K_i(1 - x_{ij})^2}, \quad (3)$$

где $K_1, K_2 \dots K_i$ – вес i -того критерия; $0 \leq K \leq 1$; x_{ij} – соотношение значения показателя эффективности с эталонным значением.

Таблица 2 – Исходные данные для сравнительного анализа систем контроля состояния водителя

Критерий оценки	Вес критерия	Driver Workload (Ford)	Driver Wellness Monitoring (Jaguar Land Rover)	Driver Attention Assist (GM)
Количество оцениваемых параметров	0,1	0,67	0,33	1
Количество датчиков задействованных в системе	0,1	0,5	0,33	0,17
Наличие зуммера (1 – да, 0 – нет)	0,1	1	1	1
Возможность остановить автомобиль (1 – да, 0 – нет)	0,4	0	1	0
Взаимодействие с другими системами безопасности (1 – да, 0 – нет)	0,3	1	1	0
R_j		0,7	0,3	0,9

На основании результатов оценки наглядно видно, какая система является лидером. В данном случае, это технология от компании Jaguar Land Rover, но выигрывает она с небольшим отрывом. Главным её преимуществом является возможность остановить автомобиль в случае экстренной ситуации.

Заключение

Предложенная методика оценки групп инновационных технологий обеспечения активной безопасности управления транспортным средством позволяет проанализировать совокупность как соизмеримых, так и несоизмеримых друг с другом характеристик систем. Методика отображает итоговый интегральный показатель оценки, который в наглядной и понятной форме позволяет сравнить существующие на мировом рынке инновационные системы.

На сегодняшний день каждая компания пытается создать уникальную систему и идет своим путем. В ближайшее время каждый крупный автопроизводитель будет иметь в арсенале подобную систему и оснащать ей свои флагманские модели. В связи с этим потребность в создании адекватной системы оценки эффективности инновационных технологий обеспечения активной безопасности управления транспортным средством возрастет в несколько раз, что потребует проведения более глубокого теоретического и эмпирического исследования в данном направлении.

Результаты сравнительной оценки систем одной группы, представленные в таблице 2, позволяют выявить наиболее эффективную из них.

Библиографический список

1. Маслоу А. Мотивация и личность = Motivation and Personality / пер. А.М. Татлыбаевой; терминолог. правка В. Данченка. – К.: PSYLIB, 2004. – 63 с.
2. Официальный сайт журнала «За рулем» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zr.ru/> (дата обращения 05.02.2015)
3. Официальный сайт аналитического агентства «Автостат» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.autostat.ru/> (дата обращения 05.02.2015)
4. Официальный сайт Госавтоинспекции «ГУОБДД МВД России» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gibdd.ru/> (дата обращения 06.02.2015)
5. Ломакин, В.В. Безопасность автотранспортных средств: Учебник для вузов / В.В. Ломакин, Ю.Ю. Покровский, И.С. Степанов, О.Г. Гоманчук. Под общ. ред. В.В. Ломакина. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 299 с.
6. Лебедева, А.С. Приоритеты инновационной деятельности на автомобильном транспорте / А.С. Лебедева, Л.И. Роговичене // Инновационное развитие: ключевые проблемы и решения. Международная заочная научно-практическая конференция, г. Казань, 8 декабря 2015г./ Отв. за вып. А.А. Сукиасян. – Уфа, 2015. – С.80-84.
7. Яхьяев Н.Я. Безопасность транспортных средств: учебник для высш. учеб. заведений/ Н. Я. Яхьяев. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 432 с.
8. R. Schram, A. Williams, M. van Ratingen, "Implementation of Autonomous Emergency Braking (AEB), the next step in Euro NCAP'S safety assessment," in ESV, Seoul, 2013.
9. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов/ В.Е. Гмурман. – 10-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2004. – 479 с.

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES
OF THE ACTIVE SAFETY DRIVING**

A.S. Lebedeva, V.U. Maksimov

Abstract. The paper deals with the essence of the safety driving concept and classification of its types. Considerable attention is paid to the concepts of active and passive safety. Based on the results of the market research the classification of innovative technologies providing transport active safety is proposed. The analysis of the existing efficiency estimation approaches of active safety systems is carried out, their disadvantages are identified. The customer-oriented methodology for comparative efficiency estimation of monitoring driving systems is worked out.

Keywords: innovative technologies, active safety, efficiency estimation, vehicle.

References

1. Maslow A. *Motivacija i lichnost'* [Motivation and Personality]. K.: PSYLIB, 2004, p.63
2. The Official website of Magazine «Za rulem» Available at: <http://www.zr.ru/> (accessed 05.02.2015)
3. The Official website of analytical Agency «Avtostat» Available at: <http://www.autostat.ru/> (accessed 05.02.2015)
4. The official website of the state traffic Inspectorate «GWADD the Ministry of internal Affairs of Russia» Available at: <http://www.gibdd.ru/> (accessed 06.02.2015)
5. Lomakin V. V., Pokrovskij Ju. Ju., Stepanov I. S., Gomanchuk O. G. *Bezopasnost' avtotransportnyh sredstv* [The safety of vehicles]. Moscow: MG TU «MAMI», 2011, p.299.
6. Lebedeva A.S., Rogavichene L.I. *Priornity innovacionnoj dejatel'nosti na avtomobil'nom transporte* [Priorities of innovative activities for road transport]. *Mezhdunarodnaja zaochnaja nauchno-prakticheskaja konferencija*. Ufa, 2015, p.80-84.
7. Jah'jaev N.Ja. *Bezopasnost' transportnyh sredstv* [The safety of Transport]. Moscow: «Akademija», 2011.p. 432.

8. R. Schram, A. Williams, M. van Ratingen, "Implementation of Autonomous Emergency Braking (AEB), the next step in Euro NCAP'S safety assessment," in *ESV*, Seoul, 2013.

9. Gmurman V.E. *Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika* [Probability theory and mathematical statistics]. Moscow: Vyssh. shk., 2004. p. 479.

Лебедева Анна Сергеевна (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управления транспортными системами» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (191187, Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 11., e-mail: hebo@rambler.ru).

Максимов Владимир Юрьевич (Санкт-Петербург, Россия) – магистрант кафедры «Управления транспортными системами» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (191187, Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 11., e-mail: vmtiande@gmail.com).

Anna S. Lebedeva (Saint-Petersburg, Russian Federation) – candidate economics sciences, Associate Professor, Transportation Systems Management Chair, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO) (191187, Chaikovskogo st., 11, Saint-Petersburg, e-mail: hebo@rambler.ru).

Vladimir U. Maksimov (Saint-Petersburg, Russian Federation) – undergraduate, Transportation Systems Management Chair, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO) (191187, Chaikovskogo st., 11, Saint-Petersburg, e-mail: vmtiande@gmail.com).

УДК 625.4

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОРЕЛЬСОВОГО
ТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ РФ**

Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов, Е.С. Семенова
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье рассматривается один из вариантов решения транспортных проблем в крупнейших городах РФ на основе внедрения современных видов легкорельсового транспорта (ЛРТ). Выявлена и обоснована целесообразность использования инновационных видов скоростного транспорта, отличающегося высокой производительностью, безопасностью, доступностью и комфортом, в г. Омске. Приведены основные характеристики предлагаемых систем ЛРТ на базе частично построенного метрополитена. Предложены мероприятия для успешной реализации предлагаемой концепции с учетом современного законодательства.

Ключевые слова: *легкорельсовый транспорт, стоимость эксплуатации, пешеходная и транспортная доступность, маршрутная сеть, подвижной состав, качество жизни, эффективность, конкурентоспособность, безопасность.*

Введение

Многие развитые страны в последние десятилетия достигли предела насыщения индивидуальным транспортом, испытав при этом негативные последствия от этого – заторы, ухудшение экологии, рост ДТП. В результате крупнейшие мировые города осознали преимущества общественного транспорта и разрабатывают стратегии удвоения его доли в перевозке пассажиров к 2025 г. Многие страны продолжают развивать традиционное метро, но большинство перешло на более дешевые системы ЛРТ. По определению из Википедии, легкое метро или легкий метрополитен – это вид регулярного скоростного внеуличного рельсового городского транспорта. По своим характеристикам он занимает промежуточное положение между классическим метрополитеном и ЛРТ. Чёткого разграничения между классическим и лёгким метро, а также лёгким метро и ЛРТ не существует.

За рубежом смело соединяют метро с пригородными железными дорогами и трамваем. Например, в Торонто предусмотрено к 2020 г. строительство 1200 км линий скоростного сообщения. В Пекине к 2015 г. планируют вводить в эксплуатацию по одной новой линии метро ежегодно, общая длина линий метрополитена достигнет 560 км. Линии подземного трамвая уже существуют в Антверпене, Шарлеруа, Брюсселе, Гааге, Бостоне, Сан-Франциско, Вене, в некоторых городах Германии и других стран. В России за период 2000-2014 г. в год в среднем строилось лишь по 3,2 км линий метро в двухпутном исчислении [1]. За последние 20 лет обладателем метрополитена стал лишь седьмой в РФ город Казань.

Потребность в скоростных видах транспорта в нашей стране связана с рядом причин. Крупные города РФ построены по генпланам, выполненным по старым нормативам развития транспортной инфраструктуры, рассчитанной на 100-150 легковых автомобилей на тысячу жителей. Сейчас этот уровень превышен в 2-3 раза, а инфраструктура практически не развивается. Например, в г. Сургуте на долю легкового транспорта приходится уже более 70% пассажирских перевозок. Как следствие, во

многих городах уже давно возникли транспортные проблемы – заторы, снизились скорости транспортных потоков, появился дополнительный ущерб для экономики за счет потерь времени, роста ДТП, травматизма, вредных выбросов, шума и недоступности. Для нашей страны, где темпы строительства метро одни из самых низких в мире, выход в сложной экологической, транспортной и экономической ситуации видится в развитии и интеграции современных, скоростных, производительных, экономичных и экологических видов транспорта, т.е. необходимы инновационные решения [1].

Тормозит этот процесс отставание в законодательстве: метрополитен был исключен из сферы правового регулирования городского пассажирского транспорта, нет основы для реализации проектов развития перспективных видов внеуличного транспорта, нет инвестиционной привлекательности развития метро, в регионах нет единства регулирования, организации, правил движения и технической эксплуатации метрополитенов.

Наряду с организационными проблемами существуют и финансовые. В период кризиса традиционное метро перестало строиться в Омске, Красноярске и Челябинске. Метро могут позволить строить себе лишь столичные города, например, в Москве в работе находятся 35 станций и 24 проходческих щита, в том числе и омский.

За последние годы транспортные проблемы г. Омска обострились до предела. Свидетельства тому – многочисленные заторы и пробки, в которых теряется до 4% ВРП. Доля перевозок на общественном транспорте ежегодно снижается и за последние 10 лет сократилась вдвое. Частный перевозчик не в состоянии освоить весь объем пассажирских перевозок и обеспечить доступность маловместительного транспорта для социально-незащищенных и маломобильных групп населения (МГН). Уровень автомобилизации в Омске превысил 300 автомобилей на тысячу жителей.

Решение о строительстве Омского метрополитена было принято в Госплане СССР в 1985 г. на основе расчетов СибАДИ, но его строительство затянулось (рис.1). Причина кроется не только в недостаточном

ТРАНСПОРТ

финансировании. В 60-70-е годы темпы промышленного роста города были очень высоки, к 2030 году ожидалось удвоение населения Омска. Существовавшие 30 лет назад представления о будущем Омске не оправдались. Изменился подход к

строительству метро – он теперь не является стратегическим объектом и проектируется по обновленной нормативной базе [2,3,4], но транспортные нормы нуждаются в конкретизации.



Рис. 1. Схема развития Омского метрополитена, 1985 г.

Анализ ситуации

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2008 года № 2040-р был утвержден план основных мероприятий, связанных с подготовкой и проведением празднования 300-летия основания г. Омска. В этот план входило выделение до 2016 года 30,5 млрд рублей на строительство Омского метрополитена. Однако подземное строительство в эту сумму

не укладывалось. Тогда генпроектировщик строительства НПО «Мостовик» предложил "инновационный" вариант – выйти на поверхность за станцией "Рокоссовского" и продолжить строительство "легкого" наземного метро до строящегося аэропорта «Омск-Федоровка», протяженностью 17,5 км, без инклюзии в существующую систему рельсового транспорта. Вместо разгрузки центра города мы бы получили совершенно

бесплезную ветку метро, которая бы съедала деньги на свое содержание [5].

В 2010 году мы предложили НПО «Мостовик» рассмотреть целесообразность нового проекта развития скоростного трамвая с использованием существующей сети. Уже тогда было остановлено движение трамваев по 10 маршруту, демонтированы пути в центре города и многих омичей не устраивала такая ситуация. Построенные станции метро, тоннели и оставшаяся трамвайная сеть могли бы стать единой системой ЛРТ. Выход метро на поверхность мог бы быть осуществлен в районах существующих тоннелей, охватив значительную часть города, включая мост им. 60-летия ВЛКСМ и метромост. Использование одного типа рельсового транспорта должно было бы повысить эффективность всей транспортной системы на правом и левом берегу, а его провозная способность – соответствовать потребностям города. Три вида городского общественного пассажирского транспорта (ГОПТ) – это более эффективное решение для нашего города, чем четыре [6, 7].

Проблема осложнилась тем, что переход на рыночную экономику изменил направление финансовых потоков. Из-за снижения промышленного производства и ухода крупных налогоплательщиков наш регион стал ощущать нехватку средств на инфраструктурные проекты. Кроме того, финансирование мероприятий по подготовке к юбилею было практически прекращено. Поэтому, например, метромост стоимостью 20 млрд. руб. на 90% нам пришлось строить за свой счет.

Как тут не вспомнить президента США Ф. Рузвельта, который призвал бизнесменов страны вкладывать свои доходы в период кризиса 1930-х годов в производство в течение 10 лет. И они последовали его совету. Аналогичным образом поступали и российские промышленники в сложной экономической обстановке в начале 20 века.

В данной ситуации логичным решением проблемы является переход на современную легкорельсовую систему скоростного транспорта, о чем говорилось выше. В этом плане большой интерес для Омска представляет концепция развития скоростного ЛРТ, разработанная по инициативе губернатора Омской области В.И. Назарова при финансовой поддержке фонда «Мечте навстречу» сенатора А.К. Голушко под руководством профессора университета

Пенсильвании (США) В. Вучика на основе его научных разработок [7].

Иновационный подход

В резюме проекта дается его обоснование. Качество транспортных услуг в Омске за последние годы значительно ухудшилось. Существенно выросло время поездки по городу. Существующий подвижной состав (ПС), морально и физически устарел и не предоставляет жителям возможность комфортно передвигаться. При этом доля затрат на транспорт в расходах омичей превышает аналогичный показатель во многих европейских городах, располагающих современной транспортной системой. Была демонтирована часть трамвайной сети, которая перестала выполнять для города роль магистральной транспортной системы.

В результате низкого качества транспортных услуг и роста количества личных автомобилей, объем перевозок ГОПТ сократился с 2006 г. на 20%. Неравная конкуренция между муниципальным и частным транспортом привела к существенному росту объемов перевозок автобусами малой вместимости (маршрутками), занимающими на дорогах города большую площадь. Как следствие этих факторов, продолжительность и протяженность пробок в городе существенно выросли. Сложившаяся ситуация требует скорейшего решения, направленного на изменение негативных тенденций.

Реализуемый в Омске проект строительства метрополитена не сможет решить транспортных проблем, так как имеет низкий охват территории, необходимые для реализации проекта затраты не соответствуют финансовым возможностям региона, кроме того, по своим параметрам проект существенно превышает потребности города.

Одной из главных мировых тенденций в области ГОПТ является создание магистральных рельсовых систем, играющих роль транспортного каркаса городов и выполняющих большую часть городской транспортной работы. Из существующих технологических решений требованиям Омска в наибольшей степени соответствует ЛРТ, занимающий по своим характеристикам промежуточное положение между метрополитеном и безрельсовыми видами транспорта, и обладающий относительно низкими затратами на строительство и эксплуатацию, рисунок 2.



Рис. 2. Различные виды рельсовых систем в крупных городах мира:
а) – метрополитен; б) городская железная дорога; в) легкорельсовый транспорт

Специалисты Агентства «Городские проекты» совместно с профессором Вуканом Вучиком предложили создать в Омске магистральную транспортную систему на основе технологии ЛРТ, охватывающую в пешеходной доступности (500 м) 30% населения города и 80% в транспортной доступности (2 км). Хорошим примером, в данном случае, является сеть ЛРТ г. Кельна. Длина сети 188 км, население города – 1 млн жителей, рисунок 3.

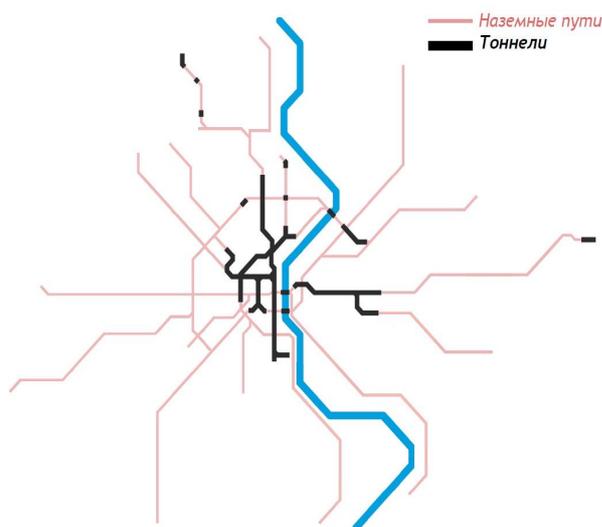


Рис. 3. Схема ЛРТ г. Кельна
(под землей 25% путей)

Реализация предложенного проекта позволит существенно сократить время поездок по городу, приведет к улучшению экологической ситуации, сделает передвижение по городу надежным и удобным. Создание системы ЛРТ может выполняться поэтапно. Для реализации первого и минимально возможного этапа потребуется около 10 млрд. руб. (включая стоимость ПС и реконструкции депо), что приведет к созданию 20 км линий в двух ключевых транспортных коридорах города. Предложенная система ЛРТ будет

использовать существующую трамвайную сеть и объекты строящегося метрополитена.

Проект В. Вучика обсуждался у губернатора Омской области и прошел общественное обсуждение в городе в апреле 2014 г. На обсуждении в омском областном Экспоцентре приняло участие 500 чел., в основном молодежь, студенты СибАДИ. Публика с энтузиазмом встретила проект В. Вучика, было много вопросов по его реализации, рисунок 4.



Рис. 4. Профессор В. Вучик (США) на общественном обсуждении проекта ЛРТ в Омске, апрель 2014 г.

Сравнение старого проекта метро с новым подходом выглядит следующим образом. Прежний проект первой очереди по старым нормативам имеет следующие показатели (рис. 5) [8].

Первая очередь метро:

- охватывает 1,3% территории города;
- будет перевозить 3-4% пассажиров городского транспорта;
- для завершения строительства требуется 24 млрд руб.;
- строительство нынешними темпами займет 24 года (исходя из актуальных объемов финансирования – 1 млрд. руб. в год);
- когда и в каком виде будут 2, 3, 4 и т.д. очереди – не знает никто.

ТРАНСПОРТ

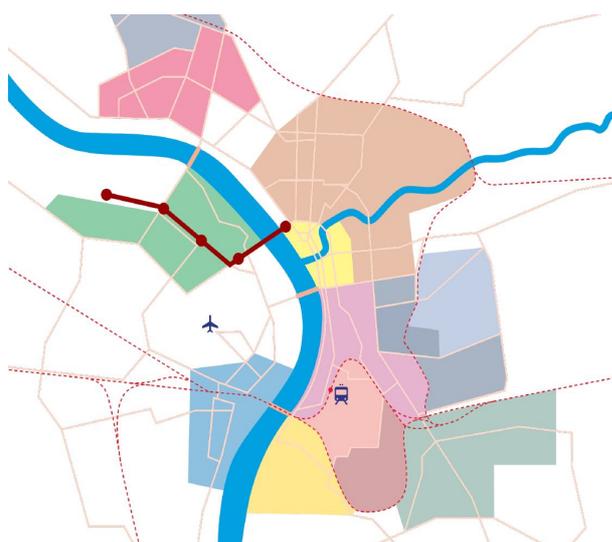


Рис. 5. Реализуемый проект метро в Омске, 1-я очередь

Новая концепция ЛРТ имеет более высокие показатели. Проект первой очереди представлен на рисунке 6, вся система ЛРТ – на рисунке 7.

Параметры минимально возможного варианта: охват 7-10 % жителей в пешеходной (500 м) доступности; охват 15-20 % жителей в транспортной (2000 м) доступности; протяженность линий – 19,8 км; стоимость – 10,1 млрд. руб. (с учетом ПС); срок ввода в эксплуатацию – 2-2,5 г. (при достаточном финансировании).

Параметры всей системы ЛРТ г. Омска: 30% жителей в пешеходной доступности (500 м); 80% жителей в транспортной доступности (2000 м); 20 мин. – продолжительность средней поездки; 80 км – протяженность линий; 6 лет – срок ввода в эксплуатацию (при достаточном финансировании).

При этом Старый Кировск не охвачен системой ЛРТ, что необходимо учесть в дальнейшем.

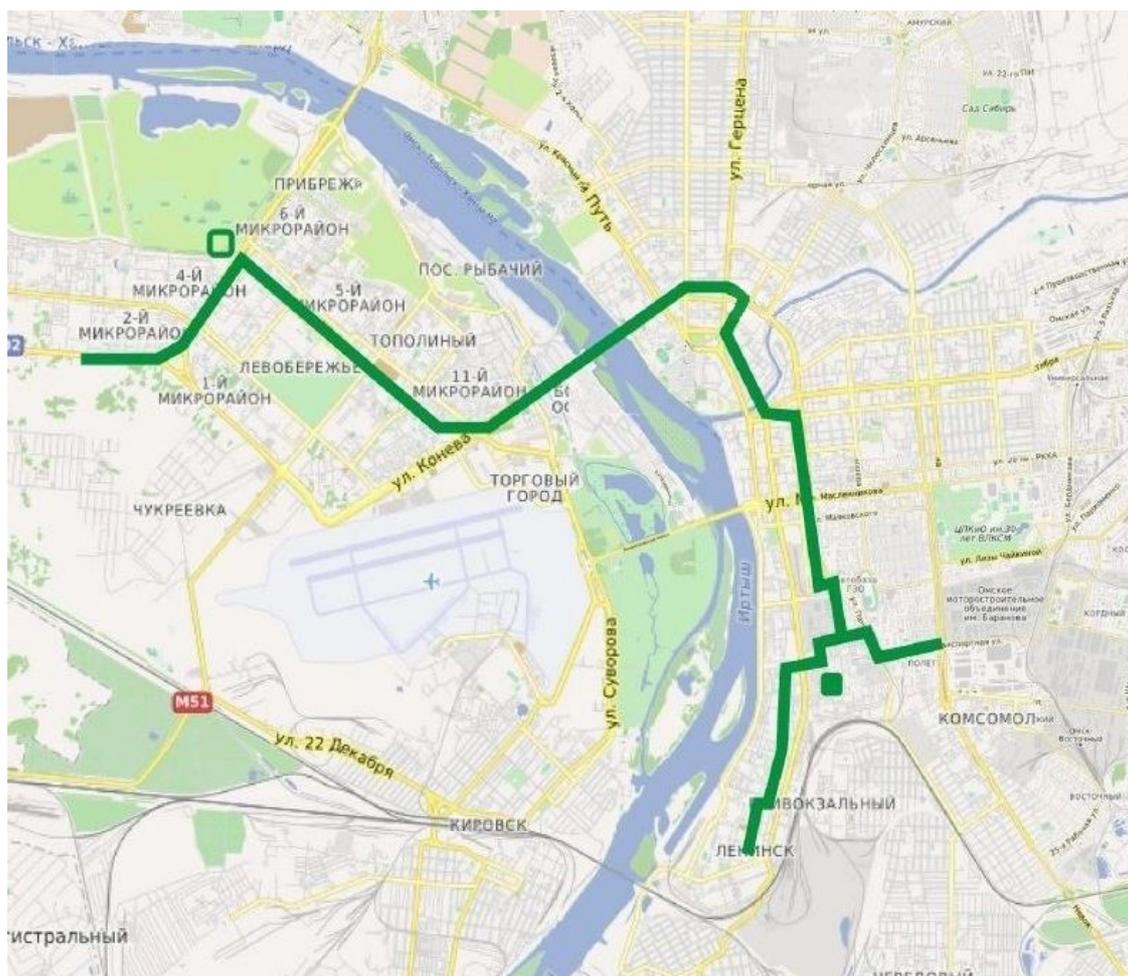


Рис. 6. Предлагаемая система ЛРТ, 1-я очередь

ТРАНСПОРТ

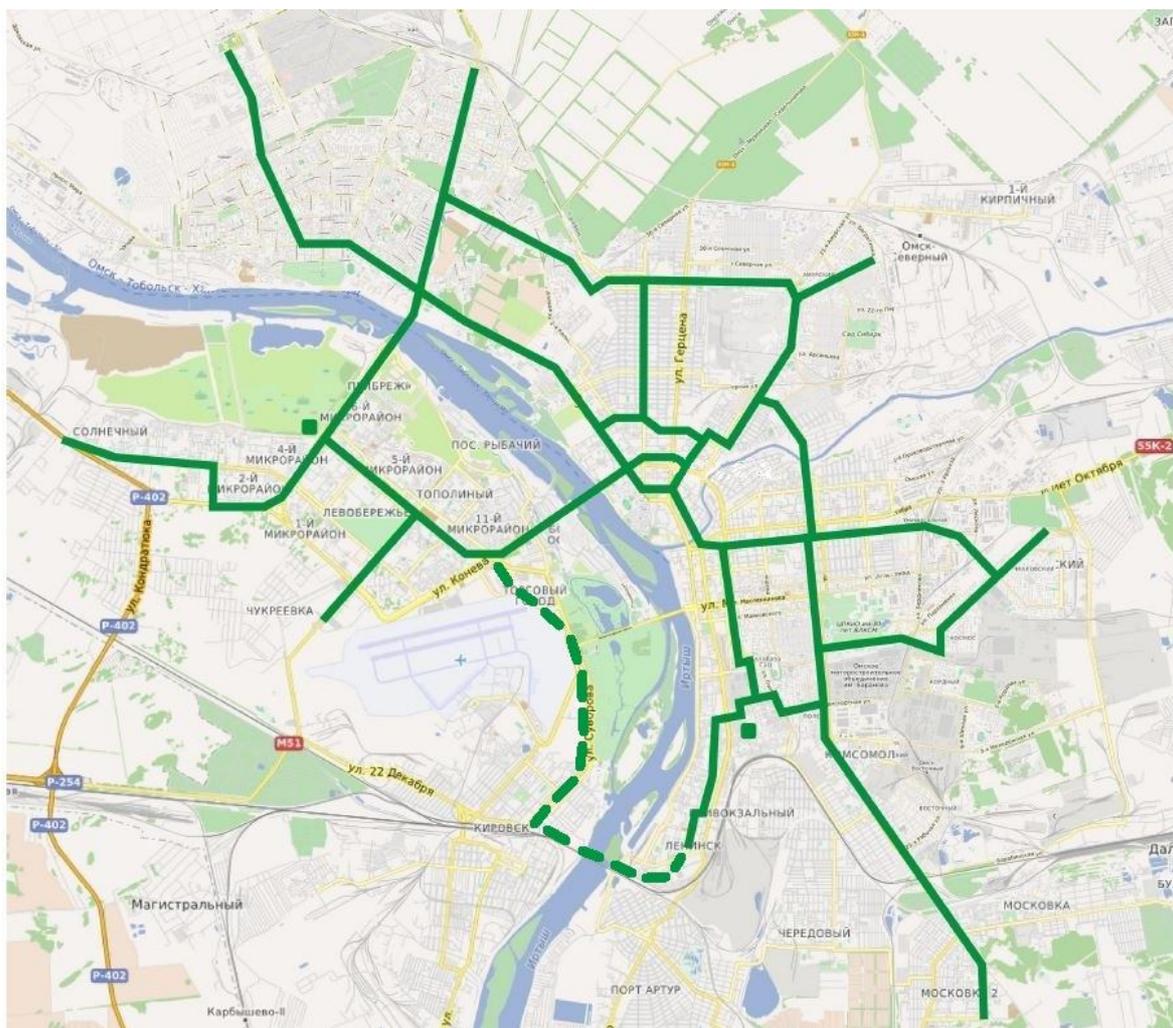


Рис. 7. Предлагаемая система ЛРТ в полном объеме

Сравнительные данные по старому проекту метро и ЛРТ даны в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели метро и ЛРТ в г. Омске

Вид ГОПТ	Вариант	Охват жителей, %		Протяженность линий, км	Срок ввода*	Стоимость **, млрд. руб.
		В пешеходной доступности	В транспортной доступности			
ЛРТ	Минимально возможный вариант	7-10	15-20	19,8	2016 г.	10,1
	Все линии в коридорах первого приоритета	13-15	35-40	34,6	2018 г.	21,6
	Весь проект	25-30	70-80	80,0	2020-2022 гг.	35-37
Метро	Первая очередь	2-3	10-15	7,0	2016 г.	24***
	Проект метро 80-х	25-30	70-80	70,0	2050-2100 гг.	500-600
	Второй проект метро	15-17	35-45	45,0	2040-2050 гг.	230

Примечание. * – при достаточном финансировании; ** – включая ПС; *** – по данным НПО «Мостовик».

Для успешной реализации предлагаемой концепции необходимо провести ключевые мероприятия в следующем объеме с учетом нового Федерального закона № 220 [9]:

- разработка системного подхода, направленного на снижение автомобилепользования и стимулирование общественного транспорта;

- переход от стихийного рынка маршрутных перевозок к централизованному заказу транспортной работы перевозчикам разных форм собственности с оплатой выполненной транспортной работы;

- создание макромодели транспортной системы Омска как основного инструмента для принятия управленческих решений и расчета их экономической эффективности;

- пересмотр принципов и подходов к организации дорожного движения, предоставление приоритета общественному транспорту;

- интеграция всех видов ГОПТ в единую сбалансированную систему, удобную и комфортную для пользователей;

- создание комфортной городской среды, удобной и привлекательной для пешеходов и велосипедистов;

- разработка и внедрение единой, понятной и удобной системы тарифов, доступных различным категориям населения;

- организация городской информационной среды. Разработка системы навигации, публикация нормативных объявлений и расписаний, брендинг транспортной системы.

Основные показатели работы ГОПТ в стране постоянно снижаются. Использование инновационных видов ГОПТ в городах РФ поможет возродить общественный транспорт.

Заключение

В Омске есть уникальная возможность на базе существующей сети трамвайных линий и частично построенного метрополитена создать совершенно новую в стране систему ЛРТ с использованием унифицированного ПС, что значительно повысит ее эффективность. Переход на инновационное решение позволит снизить в несколько раз стоимость системы, сократить сроки строительства и решить транспортную проблему г. Омска. При этом Омск может стать полигоном по внедрению ЛРТ. Учитывая масштабность транспортных проблем, целесообразно разработать

комплексную программу развития скоростных видов транспорта в крупных городах РФ с привлечением средств федерального бюджета. Это будет способствовать развитию производственной базы, созданию рабочих мест, повышению ВВП.

Библиографический список

1. Сафронов, Э.А. Определение загрузки новых метрополитенов / Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов // Метро и тоннели. – М.: ООО «Метро и тоннели». – №4. – 2012. – С. 20-23.

2. Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ Градостроительный кодекс РФ // [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. Система ГАРАНТ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 05.03.2016).

3. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М.: Каталог документов Normacs, 2016. – Режим доступа: <http://www.normacs.ru>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 05.03.2016).

4. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р (в редакции распоряжения Правительства Российской Федерации от 11 июня 2014 г. № 1032-р). – URL: <http://www.mintrans.ru/>. – (дата обращения: 29.01.2016).

5. Сафронов, Э.А. Инновационный путь развития метрополитенов в современных условиях / Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов, Е.С. Семенова // Известия Транссиба: научно-технический журнал. – №4(3). – 2010. – С. 103-110.

6. Сафронов, Э.А. Будущее Омского метро / К.Э. Сафронов // Ориентированные фундаментальные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортных комплексов России: материалы Всероссийской науч.-техн. конф. (с международным участием). Омск: СибАДИ, 2011. – Кн. 1. – С. 73-75.

7. Вукан, Р. Вучик. Транспорт в городах, удобных для жизни / Р. Вучик Вукан. – Территория будущего, 2011. – 576 с.

8. Фролов, Ю.С., Голицынский Д.М., Ледяев А.П. Метрополитены: учебник для вузов / Под ред. Ю.С. Фролова. – М.: «Желдориздат», 2001. – 528 с.

9. Федеральный закон от 13 июля 2015 года № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации». // [Электронный ресурс]. – Система ГАРАНТ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 05.03.2016).

References

1. Safronov E.A., Safronov K.E. Opredelenie zagruzki novyh metropolitenov [Definition download new subways and tunnels]. *Metro i tonneli*, Moscow, ООО «Metro i tonneli», no 4, 2012. –pp. 20-23.
2. Federal'nyj zakon ot 29 dekabrja 2004 g. № 190-FZ Gradostroitel'nyj kodeks RF [Federal Law of December 29, 2004 № 190-FZ of the Town Planning Code of the Russian Federation]. Available at: <http://base.garant.ru, svobodnyj>. (accessed: 05.03.2016).
3. SP 42.13330.2011 *Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij* [SP 42.13330.2011 City. Planning and construction of urban and rural settlements]. Available at: <http://www.normacs.ru, svobodnyj>. (data accessed: 05.03.2016).
4. [Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 approved by the Federal Government on November 22, 2008 № 1734-p (in the wording of the right of disposal, of the Russian Federation on June 11, 2014 № 1032-p)]. Available at: <http://www.mintrans.ru>. (accessed: 29.01.2016).
5. Safronov E.A., Safronov K.E., Semenova E.S. Innovacionnyj put' razvitija metropolitenov v sovremennyh uslovijah [An innovative way of development of subways in modern conditions]. *Izvestija Transsiba: nauchno-tehnicheskij zhurnal*, no 4(3), 2010. pp. 103-110.
6. Safronov E.A. Budushhee Omskogo metro [Future of Omsk metro]. *Orientirovannye fundamental'nye issledovanija – osnova modernizacii i innovacionnogo razvitija arhitekturno-stroitel'nogo i dorozhno-transportnyh kompleksov Rossii: materialy Vserossijskoj nauch.-tehn. konf. (s mezhdunarodnym uchastiem)*. Omsk: SibADI, 2011, Kn. 1. pp. 73-75.
7. Vukan R. Vuchik. *Transport v gorodah, udobnyh dlja zhizni* [Transport in the cities, liveable]. *Territorija budushhego*, 2011. 576 p.
8. Frolov Ju.S., Golicynskij D.M., Ledjaev A.P. *Metropoliteny* [Subways]. Moscow, «Zheldorizdat», 2001. 528 p.
9. [The Federal Law of July 13, 2015 № 220-FZ «On the organization of regular transport passenger and luggage by road transport and urban land-electric vehicles in the Russian Federation»] Available at: <http://base.garant.ru> (accessed: 05.03.2016).

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF LIGHT RAIL TRANSPORTATION IN RUSSIAN CITIES

E.A. Safronov, K.E. Safronov, E.S. Semenova

Abstract. This article describes one of the options to address transport problems in major cities of the Russian Federation on the basis of introduction of modern light rail transit (LRT). Revealed and substantiated the feasibility of using innovative high-speed transport with high performance, security, accessibility and comfort, in Omsk. The main characteristics of the proposed LRT based on partially built underground. The proposed activities for the successful implementation of the proposed concept taking into account modern legislation.

Keywords: light rail transit, operating costs, pedestrian and transport access, route network, rolling stock, quality of life, efficiency, competitiveness, safety.

Сафронов Эдуард Алексеевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ», кафедра «ОБД» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sibadi1@rambler.ru).

Сафронов Кирилл Эдуардович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: transistem@rambler.ru).

Семенова Екатерина Сергеевна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление качеством и производственными системами» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: esemyonova@rambler.ru).

Safronov Eduard Alekseevich (Russian Federation, Omsk) – doctor technical sciences, professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: sibadi1@rambler.ru).

Safronov Kirill Eduardovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: transistem@rambler.ru).

Semenova Ekaterina Sergeyevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor "Quality management and production systems of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail e-mail: esemyonova@rambler.ru).

УДК 629.067

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В ПУНКТАХ ВЗВЕШИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

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 изучены состав, структура интеллектуальных транспортных систем, рассмотрена их роль при движении по автомобильной дороге, определении нагрузки на дорожную одежду и обеспечение безопасного движения транспортных средств, обоснована необходимость применения на автомобильных дорогах. Кроме того, определено значение технического обеспечения пунктов пересечения границы и влияние состояния их инфраструктуры на дополнительные затраты времени при пересечении границы.*

***Ключевые слова:** дорога, транспорт, система контроля, ось, интеллектуальные системы.*

Введение

Мониторинг объемов перевозок, состава транспортного потока, физических размеров и веса транспортных средств позволяет в текущем режиме движения транспорта обнаружить объективные условия, влияющие на состояние дорожного покрытия, сокращение срока его службы. Анализ данных мониторинга позволяет определить не только реальные статистические данные, но и выявить причины возникновения дефектов, оптимизировать условия эксплуатации дорог и повышения комфортности проезда, создать на основании полученных данных программы реальных мероприятий и действий дорожных администраций и эксплуатирующих дороги предприятий по предотвращению возникновения и распространения дефектов.

Без принятия организационных и технических мер по организации дорожного движения и оптимизации условий эксплуатации и содержания дорог это может повлечь за собой значительные проблемы в общей подвижности транспорта, обеспечении безопасности на дорогах и состояния дорожного покрытия. Одной из основных причин износа и появления дефектов дорожных покрытий является перемещение высоконагруженного грузового транспорта. Но не все тяжелые транспортные средства оказывают одинаковое негативное влияние на дорогу. Различия в негативном воздействии, зависят от нагрузки на оси и колеса, количество и размещение осей, типа подвески, типа шин и

других конструктивных особенностей машин.

Специфика применения интеллектуальных транспортных систем.

Международные исследования также показывают, что только превышение допустимого предела, загрузки транспортных средств на 10% приводит к увеличению повреждения дорог на 30...50%.

При проектировании и строительстве автомобильных дорог одними из основных параметров расчетов являются номинально допустимая нагрузка на ось автомобиля, которая также называется эквивалентом стандартной оси (ESA), и поток транспорта. Необходимо отметить, что на практике в развивающихся странах фактическая нагрузка на ось грузовых автомобилей существенно превышает, вследствие чего риск и факт нанесения ущерба дорожному покрытию в несколько раз выше.

Постоянный мониторинг и контроль основных параметров движения транспорта на дорогах позволяет определить условия, оказывающие влияние на дорожную ситуацию и изменение эксплуатационных характеристик дорог. Анализ этих данных позволяет предложить меры по предотвращению возникновения и распространения повреждений из-за перегрузки транспортных средств (колеи, оторванная обочина и т.д.). Каждая категория транспорта имеет предел установленных национальными стандартами веса перемещаемых на дорогах транспортных средств [1].

Контроль основных параметров движущегося транспорта на автомобильных дорогах может быть обеспечен программным обеспечением на основе применения ГЛОНАСС (но этот вариант используется при организации автоматизированного диспетчерского управления) [2,3] или специальным оборудованием, в комплексе составляющим Интеллектуальные транспортные системы.

Система измеряет параметры во время движения транспортных средств без их остановки или ограничения скорости потока транспорта на дороге в любое время суток и при любых погодных условиях. Оборудование позволяет в режиме «он-лайн» производить регистрацию и запись потока транспорта, а также транспортных средств, параметры которых превышают регламентированные предельные параметры на всех полосах движения. Не требует объяснений, что остановка транспортных средств для проведения измерений их фактических параметров (в частности, общий вес транспортного средства) и их сравнения с допустимыми предельными параметрами является решением, усложняющим движение потока транспорта, необходимостью дополнительного обустройства инфраструктуры дорог (карманы и оборудованные пункты взвешивания), дополнительными непроизводственными затратами времени водителей и другими негативными факторами [4].

К примеру, испытания министерства охраны окружающей среды США, показали, что, когда транспортные средства движутся по трассе без остановок, загрязнение окружающей среды на 36 - 67% ниже, при этом и эффективность расхода топлива повышается на 57%. Применение интеллектуальных систем контроля транспорта обеспечивает выполнение полного комплекса измерений, регистрации и анализа основных параметров автотранспорта в потоке.

Система контроля параметров автотранспорта в потоке состоит из системы динамического взвешивания транспортных средств (WIM), измерения габаритов транспортных средств, системы камер и системы измерения скорости, обеспечивая анализ фактических параметров транспорта и их сравнения с нормативными, фото- и видео-регистрацию транспортных средств, классификацию и идентификацию транспортных средств с превышенными нормами в транспортном потоке.

Взвешивание в движении является процессом оценки общей массы движущегося транспортного средства, нагрузки на каждую ось или на группу осей. Наиболее широкое применение в данном виде контроля находят измерения пьезоэлектрических датчиков. Сигналы от датчиков контроля и измерения веса и индуктивных петель, установленных на дорогах, оцениваются и обрабатываются в центральной блоке управления измерения. Полученные данные содержат информацию: о дате и времени проезда транспортного средства, маркировке полос, направлении движения, скорости автомобиля, расстоянии между автомобилями, габаритах транспортного средства, количестве осей, расстоянии между осями, весе транспортного средства, нагрузке на оси, классе транспортного средства.

Для запуска системы камер видеонаблюдения используется сигнал индукционных петель или их неинвазивной альтернативы - лазерного сенсора. Таким образом, активированная система камер создает серию черно-белых изображений. Полученные изображения передаются на центральный блок управления измерений, где из ряда детальных изображений извлекается регистрационный номер транспортного средства. Информация о регистрационном номере транспортного средства, затем согласуется с соответствующей записью измеряемых параметров транспортного средства и заносится в базу данных центральной системы управления, в компьютер работников или соответствующих служб дорожной инспекции, которые проводят дальнейшую проверку транспортных средств.

Система также позволяет получать данные о проезде транспортного средства, габариты которого (высота, ширина) превышают нормативно установленные. Измерение этих параметров проводится на основе лазерных технологий.

Система может дополнительно включать переменные световые дорожные знаки и предупреждающую текстовую информацию, что обеспечивает оперативное управление транспортным потоком, предупреждение участников движения о дорожной обстановке. Управление осуществляется при помощи переменных символьных знаков (ограничение скорости, запрет проезда грузовых автомобилей и ограничение движения в полосах, номер транспортного

средства, требующего выхода из потока и остановки, требование остановки общего транспортного потока и перенаправление его на другой маршрут движения и др. указания).

Управление движением посредством переменных дорожных знаков называется системой линейного управления движением, которая использует данные, полученные от нескольких детекторов, размещенных на дороге. Так как невозможно обеспечить сбор данных на каждом управляемом отрезке движения, система управления основана на транспортной модели с помощью алгоритмов. Данные, полученные от системы, обеспечивают возможность объективной оценки ситуации и перспектив ее развития, принятия оперативных, перспективных и стратегических решений по повышению эффективности дорожного движения, а так же в области экологических и экономических аспектов. Полученные данные являются ключевыми в планировании, и благодаря им, также возможно узнать о воздействии различных ограничений движения и управленческих решений.

Такая система включает: счетчик движения, классификатор транспорта для взвешивания транспортных средств в движении, камерную систему опознавания регистрационного номера транспортного средства, передающую камеру видеонаблюдения и систему световых переменных дорожных знаков.

Блок управления датчика фиксирует информацию о каждом проезжающем транспортном средстве, поступающую с сенсоров. Поступившая с сенсоров информация обрабатывается, систематизируется и передается в центральный блок управления в виде данных о дате, времени проезда, идентификационном номере транспортного средства, полосе движения, направлении движения, расстоянии между отдельными транспортными средствами, скорости, длине, классе автомобилей, количестве осей, расстоянии между осями, общем весе транспортного средства и нагрузке на каждую ось. Система видеонаблюдения, в свою очередь, снимает каждое транспортное средство и опознает его номерной знак. Данные центрального блока управления оценивают программные средства.

В случае превышения определенной предельной величины, изображение данного транспортного средства направляются в мобильные визуализирующие устройства.

При дальнейшем перемещении отмеченного транспортного средства по трассе устройство дает соответствующую информацию в текстовом формате на табло трассы с указанием его номерного знака о необходимости вывода данного транспортного средства из потока движения и направления дальнейшего следования. Для обеспечения контроля за исполнением указаний водителем эти места оснащены камерой наблюдения. Изображения передаются в реальном времени и отображаются на мониторах в местной диспетчерской или пункте контроля за движением транспорта. Сбор и регистрация данных проводятся без ограничения движения 24 часа в сутки.

Сложности движения в пунктах пересечения границ

В республике одной из проблем организации бесперебойного движения транспортных средств являются низкие показатели логистики, в том числе длительные сроки доставки грузов, во многом определенные процессом движения через границы, так как основные задержки и дополнительные затраты возникают на пунктах пересечения границ (ППГ). Так, исследование рабочей группы по транспорту и пересечению границ программы СПЕКА показало, что автомобили с грузом при движении из Бишкека (Кыргызстан) в Новосибирск (Россия) затратили одну треть своего времени в пути на каждом из ППГ на кыргызско-казахской и казахско-российской границе. Кроме того, 63 процента всех расходов, затраченных во время поездки, приходится на ППГ. Большую часть этих расходов составляют неофициальные платежи [5].

При этом основные задержки и дополнительные затраты также происходят в процессе пересечения границы на ППГ.

Данные мониторинга процессов пресечения границ показывают, что перевозчики теряют значительное количество времени из-за усложненных и непрозрачных процедур, зачастую выполняемых неадекватно.

На задержки и дополнительные затраты при пересечении границы серьезное влияние оказывает состояние имеющейся инфраструктуры на ППГ. В настоящее время на границах с четырьмя соседними странами имеется около 40 пунктов пересечения границ. Существующее на ППГ оборудование оценивается как устаревшее, и

Государственная таможенная служба планирует осуществлять меры по улучшению состояния инфраструктуры на двух-трех ППГ ежегодно.

В последние годы при финансовой помощи международных организаций и двусторонних доноров была проведена модернизация ряда ППГ, в том числе таможенных пунктов «Ак-Жол» и «Кара-Суу» (при содействии программы WOMSA), пунктов «Достук» (МОМ) и «Ак-Тилек» (правительство США).

Модернизация данных пунктов позволила значительно улучшить обслуживание торговых потоков и пассажиров. В то же время, характеристики и спецификации установленного оборудования и их функциональность на указанных пунктах отличаются, поскольку модернизация проводилась разными организациями. Это свидетельствует об отсутствии единого подхода при проектировании развития таможенных пунктов. Поскольку эта работа только начинается, очевидно, необходимо разработать типовой проект ППГ, который бы учитывал требования, предъявляемые к функционированию данных пунктов.

Заключение

Таким образом, существенно упростить и повысить надежность контроля позволяет применение соответствующих инструментальных методов, входящих в систему ИТС. Эти системы обеспечивают возможность оперативного контроля непосредственно в потоке движения всех проезжающих машин с определением масс и габаритов, скорости, с фиксацией времени и даты контроля, государственных регистрационных номеров транспортного средства, фото- и видео документирования. В информации сразу отмечаются транспортные средства, контролируемые параметры которых превышают нормативные для данной дороги. При этом вся информация поступает на центральный пункт контроля, обрабатывается и далее может быть оперативно использована службами контроля.

Внедрение ИТС в первую очередь на международных автомобильных дорогах является необходимым условием обеспечения безопасности перевозки пассажиров и грузов.

Библиографический список

1. Каримов, Б.Б. Горные дороги Кыргызстана / Б.Б. Каримов, Ж.К. Калилов, С.К. Кожобергенов – М.: Интрансдорнаука, 2012. – 336 с.

2. Витвицкий, Е.Е. Применение систем ГЛОНАСС / Е.Е. Витвицкий, В.Е. Алпеев // Технология, организация и управление автомобильными перевозками: Сборник научных трудов. – №3. – Омск, СибАДИ, 2010. – С. 236-239.

3. 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 – Омск, СибАДИ, 2011. – Кн.1. – С. 264-265.

4. Кисуленко, Б.В. Интеллектуальные системы безопасности автомобилей. – Б.В. Кисуленко, А.В. Бочаров. – М.: Автомобильная промышленность. – 2008. – №3. – С.16-18.

5. Автомобильный транспорт Кыргызстана 2012-2013. Бишкек, «Синяя книга» IRU. 2013. – 112 с.

THE USE OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN THE AREAS OF WEIGHING OF VEHICLES AND ON ROADS OF THE KYRGYZ REPUBLIC

B. Sovetbekov

Abstract. The article studied composition, structure, intelligent transport systems, discussed their role in driving on the highway, the determination of the load on the pavement and ensure the safe movement of vehicles, the necessity of the use on the roads. In addition, the determined value of the logistics of border crossing points and the impact of the state of their infrastructure for additional time spent at the border crossing.

Keywords: road, transport, control system, axis, intelligent systems.

References

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

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

3. Horoshilova E.S., Grachev I.Ju., Martynov D.A. *Sovershenstvovanie organizacii perevozok pochty s ispol'zovaniem GLONASS* [Improvement of the organization mail traffic using GLONASS]. *Razvitie dorozhno-transportnogo kompleksa i stroitel'noj infrastruktury na osnove racional'nogo prirodoopol'zovaniya: Materialy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh*, 2011, no. 1. pp. 264-265.

4. Kisulenko B.V., Bocharov A.V. *Intellektual'nye sistemy bezopasnosti avtomobilej* [Intelligent vehicle safety systems]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 2008, no. 3. pp. 16-18.

5. *Avtomobilnyi transport Kyrgyzstana* [Road transport of Kyrgyzstan] 2012-2013. Bishkek, Siniaina kniga, IRU. 2013. 112 p

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 656.065.36

ПЕРСПЕКТИВЫ КОМБИНИРОВАНИЯ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОСОДЕРЖАЮЩЕЙ ДОБАВКИ

Н.Г. Певнев, В.В. Понамарчук
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Применение водорода в качестве иницирующей добавки к основному топливу, приводит к повышению экономических и экологических показателей ДВС. Особое внимание уделено физико-химическим свойствам водорода. В статье проводится сравнение свойств водорода с другими видами моторных и газовых топлив. Дополнительно анализируются различные способы получения и хранения водорода. Приведен пример действующего устройства для получения водорода на борту автомобиля, а также рассмотрены результаты его применения.

Ключевые слова: водород, генератор синтез-газа, конверсия метана, иницирующая добавка.

Введение

По мнению специалистов многих стран, в обозримом будущем никакой замены традиционным ДВС в массовом автомобилестроении не предвидится, тем более, что у них имеются большие потенциальные возможности для повышения топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов. По крайней мере, на ближайшие два десятилетия ДВС остается основным типом силовой установки для автомобилей, что вынуждает искать сегодня новые решения энергетических проблем автомобильного транспорта.

Нормы на токсичные выбросы автомобилей ужесточаются каждые пять лет примерно в два раза. Невыполнение требований директив Еврокомиссии по выбросам CO_2 ведет к снижению конкурентоспособности автомобилей и к потере рынка их сбыта, а невыполнение норм по токсичности – к запрету на продажу. Вышеперечисленные факторы привели к интенсивным работам, направленным к использованию альтернативных и возобновляемых моторных топлив, в том числе водорода. В настоящее время в промышленности развитых странах действуют государственные программы, стимулирующие работы по использованию альтернативных моторных топлив на автотранспорте [1].

В настоящее время активно ведутся работы по исследованию возможностей использования альтернативных моторных

топлив – низших спиртов (метанол, биоэтанол, бутанол), природного и попутного нефтяного газов, растительных масел, специально выращиваемых сельскохозяйственных культур, водорода и т.д. В первую очередь эти исследования ведутся с целью замены основного вида топлива на выпускаемых автомобилях без внесения в двигатель существенных конструктивных изменений, а также с целью изучения возможностей их комбинирования и применения в качестве добавок. Одновременно оценивается и влияние такой замены на состояние окружающей среды – оно как минимум не должно ухудшаться в большей степени, чем при использовании традиционного топлива.

Роль водорода при горении топлива

Практически все перечисленные выше альтернативные виды топлива в состоянии заменить какую-то часть традиционного топлива только благодаря наличию в своем составе способных к окислению элементов. Из всех видов альтернативных топлив отдельно стоит выделить водород. Дело в том, что его добавка не только способна заменить энергоресурс уменьшаемой доли бензина или дизельного топлива. Его действие более интересно – водород обладает высокой скоростью диффузии, из чего вытекает его способность образовывать однородную смесь в камере сгорания за очень короткий промежуток времени [2].

При горении водорода толщина зоны гашения (пристеночный слой, в котором не идут окислительные процессы) меньше примерно в 5 раз, чем у углеводородных топлив. Это доказывает высокую эффективность воздействия водорода на кинетику сгорания смеси во всем объеме [2]. Соответственно возрастает полнота сгорания топлива, и уменьшается эмиссия токсических веществ, что приводит к существенному снижению вредных выбросов остаточных углеводородов и сажи, а также окисей углерода и азота. Данный факт подтверждается испытаниями, проведенными Российским федеральным ядерным центром (РФЯЦ ВНИИЭФ) совместно с Институтом катализа им. Г.К. Борескова и ОАО «АвтоВАЗ» на моторном стенде Тольяттинского государственного университета (ТГУ) в 2004 году [3]. Испытания проводились на двигателе ВАЗ-21102 с добавками чистого водорода в бензино-воздушную смесь. Именно при этих испытаниях была показана возможность снижения выбросов NO_x и CO без специальной обработки выхлопных газов (отсутствие каталитического

нейтрализатора), повышение КПД двигателя и уменьшение расхода топлива [3].

Свойства водорода

Кроме этого стоит отметить, что скорость горения водородно-воздушных смесей на порядок больше, чем скорость горения аналогичных смесей на основе бензина или дизтоплива см. таблицу 1 [4]. При минимальных добавках водорода в топливо-воздушную смесь время сгорания последней существенно уменьшается. Это происходит из-за того что, водород смешавшись с попадающей в цилиндр смесью не только сгорает, выделяя тепловую энергию для работы двигателя, но и эффективно поджигает смесь во всем объеме. Это связано с тем, что молекулы водорода могут выступать в качестве иницирующих центров при сгорании углеводородного топлива, об этом можно найти упоминание в работах таких академиков как Н.Н. Семенов и Я.Б. Зельдович [5]. Применительно к работе двигателя это означает, что при добавке водорода, можно снизить дозу основного топлива в заряде и сделать зажигание более поздним. Это приводит к повышению эффективности работы двигателя.

Таблица 1 – Физико-химические свойства бензина и водорода

Свойства	Бензин	Водород
Молекулярная масса, кг/моль	117	2,015
Плотность, кг/м ³	670	0,086
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	44000	120085
Пределы воспламенения (объемная доля), %	1,2...6,0	4,0...75,0
Ламинарная скорость распространения пламени, м/с	0,37...0,43	1,9...2,7
Энергия воспламенения, мДж	0,25	0,02
Коэффициент диффузии, см ² /с	0,08	0,63
Толщина зоны гашения, мм	2,0	0,6

На сегодняшний день применение водорода в автомобиле в качестве основного моторного топлива или в виде добавки к нему порождает огромное количество споров и мнений. Безусловно связано это, с его физико-химическими свойствами, и огромным количеством методов его получения. Именно поэтому для дальнейшего рассмотрения водорода как моторного топлива, необходимо тщательно проанализировать его физико-химические свойства. Ввиду того что целью применения водорода на автомобильном транспорте является повышение экологических и экономических показателей автомобилей, то немало важен будет вопрос выбора более экономически выгодного и экологически безопасного метода его производства.

Водород — самый лёгкий газ, он легче воздуха в 14,5 раз. Очевидно, что чем меньше масса молекул, тем выше их скорость при одной и той же температуре. Таким образом, самые лёгкие молекулы водорода движутся быстрее молекул любого другого газа и тем самым быстрее могут передавать теплоту от одного тела к другому. Отсюда следует, что водород обладает самой высокой теплопроводностью среди газообразных веществ. Его теплопроводность примерно в семь раз выше теплопроводности воздуха.

Водород при нормальных условиях — это газ без цвета, запаха и вкуса. Жидкий водород существует в очень узком интервале температур Это бесцветная жидкость, очень лёгкая (плотность при $-253\text{ }^\circ\text{C}$ $0,0708\text{ г/см}^3$) и текучая (вязкость при $-253\text{ }^\circ\text{C}$ $13,8\text{ сП}$).

ТРАНСПОРТ

Этим объясняются трудности при ожигении водорода. Сравнительная характеристика водорода с основными представителями моторных газовых топлив, представлена в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Сравнение физико-химических свойств водорода с газовыми топливами

Вещество	Водород H ₂	Метан CH ₄	Пропан C ₃ H ₈	Бутан C ₄ H ₁₀
Плотность газовой фазы при нормальных условиях, кг/м ³	0,0899	0,7168	2,019	2,703
Температура кипения, °С	- 252,8	- 161,6	- 42,1	- 0,5
Температура плавления, °С	- 259,2	- 182,5	- 187,6	- 138,4
Удельная теплота сгорания, кДж/кг	120085	35880	48000	45800
Пределы воспламенения (объемная доля), %	4,0...75,0	4,4...17	2,1...9,5	1,9...8,4

Способы хранения водорода. Водород хорошо растворим во многих металлах (Ni, Pt, Pd и др.), особенно в палладии (850 объемов H₂ на 1 объем Pd). Практически не растворим в серебре. С растворимостью водорода в металлах связана его способность диффундировать через них. Именно поэтому немаловажным остается

вопрос хранения водорода на борту автомобиля. На сегодняшний день в России большая часть водорода произведенного промышленно, транспортируется и хранится в баллонах соответствующих ГОСТ 949-73, которые имеют характеристики указанные в таблице 3 [6].

Таблица 3 – Характеристики баллонов для водорода

Объем, л	Рабочее давление, МПа (кгс/см ²)	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	Максимальное количество хранимого водорода, кг
50	14,7 (150)	219	1685	71,3	0,67
50	19,6 (200)	219	1755	93	0,90
40	14,7 (150)	219	1370	58,5	0,54
40	19,6 (200)	219	1430	76,5	0,72
20	14,7 (150)	219	740	32,3	0,27

Проанализировав данные приведенные в таблице 3, можно прийти к выводу, что применение баллонов данного типа в качестве хранилища моторного топлива на автомобиле нерационально, ввиду массогабаритных характеристик баллонов.

За рубежом наиболее часто для хранения водорода в автомобиле используют гидриды металлов. Некоторые металлические сплавы имеют особенность при определенных давлениях насыщаться водородом и образовывать с ним химические соединения — гидриды. Например, в гидриде MgH₂ содержится 7% водорода, а в гидриде NiMgH₂ – 3,2%. В процессе связывания водорода с металлом выделяется теплота, которую необходимо отводить. Для обратного

процесса выделения водорода гидрид необходимо нагреть подобно воде для образования пара. Гидрид MgNi начинает выделять достаточное количество водорода при его нагревании примерно до 350 °С. Массо-габаритные характеристики гидридных баков представлены в таблице 4 [7]. Несмотря на явные преимущества гидридных баков над баллонами большим недостатком по-прежнему остаётся значительный вес, и значительная стоимость материалов для изготовления такого бака. Кроме того, медленное выделение водорода из гидрида, представляет проблему получения необходимого количества водорода на различных режимах работы двигателя.

Таблица 4 – Характеристики гидридных баков для водорода

Тип гидрида	Объём бака, л	Масса бака, кг	Количество водорода, кг
FeTiH ₂	50	200	4
NiMgH ₂	50	100	4
MgH ₂	25	50	4

Одной большой общей проблемой, для всех вышеперечисленных методов хранения водорода на борту автомобиля, является отсутствие водородных заправочных станций. А ведь создание водородной инфраструктуры требует огромного количества затрат, и является сложнейшей задачей не только экономически но и технически. А в масштабах России, где для обеспечения всей территории государства требуется огромное количество водородных АЗС, данная задача неосуществима не только в настоящее время, но и в ближайшем будущем.

В ближайшей перспективе использование водорода как топлива, повсеместно на всей территории России не представляется возможным из экономических соображений. Следовательно, наиболее целесообразно в настоящее время и на ближайшую перспективу следует разрабатывать технические решения с целью получения водорода на борту автомобиля.

Методы получения водорода

Водород практически не встречается в природе в чистой форме и должен извлекаться из других соединений с помощью различных методов.

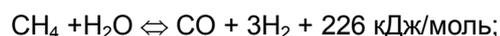
Разнообразие способов получения водорода, и огромное количество веществ содержащих водород – два главных преимущества водородной энергетики, которые повышают энергетическую безопасность и снижают зависимость от отдельных видов сырья.

Наиболее распространенными способами получения водорода считаются [8]:

- паровая конверсия;
- автотермический реформинг (кислородная или воздушная конверсия)
- крекинг метана (каталитическое разложение);
- электролиз воды;

Паровая конверсия метана и его гомологов является основным промышленным методом получения водорода. Процесс заключается в следующем: пар реагирует с природным газом при высоких температурах и умеренных давлениях в присутствии катализатора (обычно содержащего никель). При помощи паровой конверсии водород можно получать

разной чистоты: 95-98% или особо чистый. В зависимости от дальнейшего использования водород получают под различным давлением: от 1,0 до 4,2 МПа. Сырье (природный газ или легкие нефтяные фракции) подогревается до 350-400° в конвективной печи или теплообменнике и поступает в аппарат десульфирования. После ступеней высокотемпературной и низкотемпературной конверсии газ поступает на адсорбцию CO и CO₂, а затем на метанирование остаточных оксидов. В результате получается водород 95-98,5% чистоты с содержанием в нем 1-5% метана и следов CO и CO₂ [8,9].



В том случае, если требуется получить особо чистый водород, установка дополняется секцией адсорбционного разделения конвертированного газа. В отличие от предыдущей схемы конверсия CO здесь одноступенчатая. Газовая смесь, содержащая H₂, CO₂, CH₄, H₂O и небольшое количество CO, охлаждается для удаления воды и направляется в адсорбционные аппараты, заполненные цеолитами. Все примеси адсорбируются в одну ступень при температуре окружающей среды. В результате получают водород со степенью чистоты 99,99%. Давление получаемого водорода составляет 1,5-2,0 МПа.

В настоящее время данным способом производится примерно половина всего водорода. Неудобство данного метода заключается в том, что реактор для получения водорода имеет значительные размеры, и соответственно не подходит для применения на автомобиле. Но окончательно исключить данный метод из рассмотрения не следует, ввиду того, что в дальнейшем, при более глубоком освоении технологий, возможны разработки более компактного реактора.

При автотермическом реформинге в реакционный каталитический объем подается смесь пара, природного газа и кислорода в пропорциях, при которых одна часть метана сгорает в кислороде, а другая реагирует с водяным паром, производя водород и оксиды углерода. Частичное сгорание природного

газа обеспечивает высокую температуру, необходимую для реакции конверсии [8].

В процессе крекинга метана природный газ нагревают до температур выше 1000 °С, при которых происходит процесс разложения молекулы метана на водород и углерод. Процесс имеет в 2 раза меньший выход водорода в расчете на потребленный в качестве сырья метан, однако при высокой степени разложения метана позволяет с меньшими затратами выделить водород как конечный продукт. Данный процесс является перспективным ввиду того, что в результате реакции образуются два ценных продукта: водород и углерод. В отличие от окислительных превращений метана, образующийся водород не требует очистки от примесных газов, в частности от СО и СО₂, а образующийся в процессе углерод, как правило, имеет форму нанотрубок или нановолокон [8,9].

Получение водорода при помощи электролиза воды является самым простым методом. В воду помещают два электрода и подводят к ним напряжение. Но ввиду того что чистая вода практически не проводит тока, к ней добавляют электролиты (обычно гидроксид калия КОН). При электролизе водород выделяется на катоде. На аноде выделяется эквивалентное количество кислорода, который, следовательно, в этом методе является побочным продуктом. Получающийся при электролизе водород очень чист, если не считать примеси небольших количеств кислорода, который легко удалить пропусканием газа над подходящими катализаторами, например над слегка нагретым палладированным асбестом. Однако, в установках, работающих по этому принципу, для получения одного кубометра водорода требуется 4...5 киловатт-часов электроэнергии, что весьма трудно обеспечить на борту автомобиля и кроме того - довольно дорого.

В данный момент применяются не только методы указанные выше, но и комбинации этих методов. Возможно, одна из этих комбинаций будет использоваться на начальной стадии перехода к водородной энергетике. Однако, в долгосрочной перспективе необходим переход на возобновляемые источники энергии, так как одной из главных целей внедрения водородной энергетике является возобновляемость ресурсов.

Получение водорода на борту автомобиля. В научной литературе имеются сведения о действующих устройствах, позволяющих получать водородосодержащий газ на борту автомобиля.

Институтом катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН представлен бортовой генератор синтез-газа, который состоит из каталитического реактора воздушной конверсии углеводородного топлива и воздуха, системы дозирования топлива и воздуха, устройства для запуска, системы охлаждения. Катализатор выполнен на основе металлосетчатого носителя, на который нанесен активный компонент с наночастицами никеля. Рабочая температура 850–900 °С, производительность по синтез-газу 5-25 м³/ч. Синтез-газ представляет собой смесь окиси углерода и водорода. Соотношение СО:Н₂ в синтез-газе зависит от применяемого способа получения этого продукта. При воздушной конверсии метана, это отношение близко 1:2, а выход водорода составляет не менее 32%. А для двигателя автомобиля даже 6~10 процентная добавка водорода позволяет обеспечить устойчивую работу на обедненных топливных смесях. Это объясняется иницирующим воздействием водорода, который образует центры сгорания. Каталитический реактор работает по схеме, представленной на рисунке 1 [1].

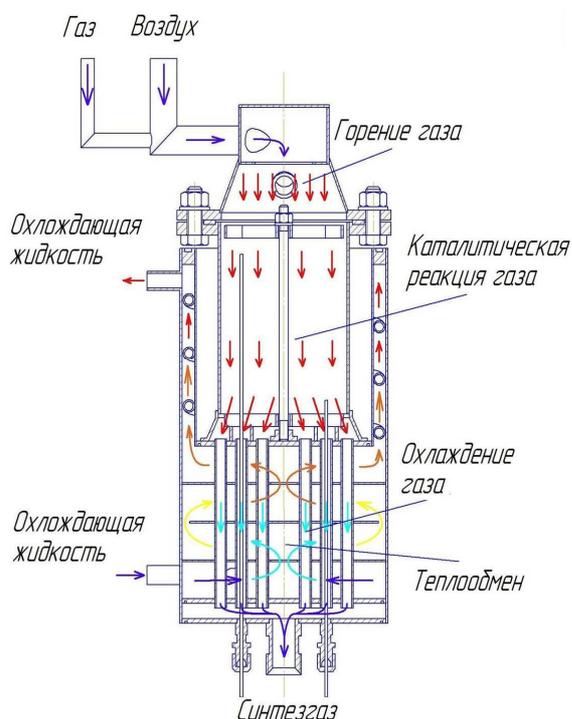


Рис. 1. Схема работы генератора синтез-газа

В 2008 и 2009 годах были проведены испытания в реальных условиях эксплуатации: автомобили ГАЗ-2310 «Соболь» и «Баргузин», оборудованные бортовыми генераторами синтез-газа, приняли участие в автопробегах «голубой коридор», организованных ОАО «Газпром» по маршрутам Санкт-Петербург - Москва и Москва - Сочи. Испытания показали что добавки синтез-газа к основному топливу значительно снижают эмиссию CO, CH, NO_x и CO₂ и обеспечивают суммарное уменьшение расхода топлива. Примечательно, что все приведенные выше результаты получены на «неоптимизированном» к газовому топливу двигателе, и это открывает большие перспективы для данной технологии.

Как следует из предварительных экспериментов, применение синтез-газа в качестве добавки к используемому в ДВС углеводородному топливу обеспечивает значительное снижение концентрации CO и NO_x в выхлопных газах двигателя. Этим достигается выполнение норм EURO-IV без применения каталитических нейтрализаторов в выпускном тракте двигателя, а также существенная экономия топлива, особенно на малых и средних нагрузках.

Выводы

1. В результате анализа физико-химических свойств водорода и методов его получения выявлено, что водород рационально использовать в текущий период в качестве иницирующей добавки к основному топливу, без хранения его на борту автомобиля.

2. Воздушная конверсия природного газа является наиболее простым способом получения водородсодержащего синтез-газа на борту транспортного средства. К тому же добавка 6~10% синтезгаза к основному топливу имеет такой же эффект, что и добавка чистого водорода. Проводимые сегодня в водородной энергетике расчетно-экспериментальные работы подтверждают перспективность направления по повышению экономичности и улучшению экологических характеристик ДВС путем введения в камеру сгорания водородсодержащего газа, вырабатываемого генератором синтез-газа на борту автомобиля.

Библиографический список

1. Певнев, Н.Г. Перспективы использования газобаллонных автомобилей с бортовым генератором синтез-газа / Н.Г. Певнев, В.А. Кириллов, О.Ф. Бризицкий, В.А. Бурцев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 3(15). – С. 40-46.
2. Фомин, В.М. Водород как химический реагент для совершенствования показателей работы автомобильного двигателя с НВБ / В.М. Фомин, А.С. Платунов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 4 (22). – С. 30-39.
3. Бризицкий, О.Ф. Использование генератора синтез-газа в ДВС автомобиля / О.Ф. Бризицкий, В.Я. Терентьев, В.А. Кириллов, А.И. Савицкий, В.А. Бурцев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 6(6). – С. 25-28.
4. Певнев, Н.Г. Анализ свойств водорода с целью возможности его применения в качестве добавки к основному топливу / Н.Г. Певнев, В.В. Понамарчук // Прогрессивные технологии в транспортных системах. – 2015. – С. 304-309.
5. Перетрухин, С.Ф. Бортовой генератор синтез-газа для ДВС с искровым зажиганием / С.Ф. Перетрухин, О.Ф. Бризицкий, В.А. Кириллов, Н.А. Кузин, С.И. Козлов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 5(17). – С. 68-74.
6. ГОСТ 949-73 – Баллоны стальные малого и среднего объема для газов, технические условия. – М.: Госстандарт России. – С. 3-5.
7. Мацкерле, Ю. Современный экономичный автомобиль / Пер. с чешск. В. Б. Иванова; Под ред. А. Р. Бенедиктова. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
8. Столяревский, А.Я. Технология получения синтез-газа для водородной энергетике / А.Я. Столяревский // Водородная энергетика и транспорт. – 2005. – №2(22). – С. 27-32.

9. Понамарчук, В.В. Физико-химические свойства и способы добычи водорода / В.В. Понамарчук // *Фундаментальные и прикладные науки - основа современной инновационной системы.* – 2015. – С. 27-32.

PROSPECTS OF THE COMBINATION OF MOTOR FUEL BY APPLICATION OF THE HYDROGEN CONTAINING SHCHY ADDITIVE

N.G. Pevnev, V.V. Ponomarchuk

Abstract. The idea that use of hydrogen as the initiating additive to the main fuel, leads to increase of economic and ecological indicators of ICE locates. The special attention is paid to physical and chemical properties of hydrogen. In article comparison of properties of hydrogen with other types of motor and gas fuels is carried out. Various ways of receiving and storage of hydrogen are in addition analyzed. The example of the operating device for receiving hydrogen onboard the car is given, and also results of its application are considered.

Keywords: hydrogen, the generator synthesis gas, methane conversion, the initiating additive.

References

1. Pevnev N.G., Kirillov V.A., Brizickij O.F. Perspektivy ispol'zovaniya gazoballonnyh avtomobilej s bortovym generatorom sintez-gaza [Prospects of use of gas-balloon cars with the onboard generator synthesis gas]. *Transport na al'ternativnom toplive*, 2010, no 3(15), pp. 40-46.

2. Fomin V.M., Platunov A.S. Vodorod kak himicheskij reagent dlja sovershenstvovan'ja pokazatelej raboty avtomobil'nogo dvigatelja s NVB [Vodorod as chemical reagent for improvement of indicators of operation of the automobile engine with NVB]. *Transport na al'ternativnom toplive*, 2011, no 4 (22), pp. 30-39.

3. Brizickij O.F., Terent'ev V.Ja., Kirillov V.A., Savickij A.I., Burcev V.A. Ispol'zovanie generatora sintez-gaza v DVS avtomobilja [Use of the generator synthesis gas in car DVS]. *Transport na al'ternativnom toplive*, 2008, no 6(6), pp. 25-28.

4. Pevnev N.G., Ponomarchuk V.V. Analiz svojstv vodoroda s cel'ju vozmozhnosti ego primenenija v kachestve dobavki k osnovnomu toplivu [The analysis of properties of hydrogen for the purpose of a possibility of its application as an additive

to the main fuel]. *Progressivnye tehnologii v transportnyh sistemah*, 2015. pp. 304-309.

5. Peretruhin S.F., Brizickij O.F., Kirillov V.A., Kuzin N.A., Kozlov S.I. Bortovoj generator sintez-gaza dlja DVS s iskrovym zazhiganiem [The onboard generator synthesis gas for DVS with spark ignition]. *Transport na al'ternativnom toplive*, 2010, no 5(17), pp. 68-74.

6. GOST 949-73 – *Ballony stal'nye malogo i srednego ob'joma dlja gazov, tehicheskie uslovija* [State standart 949-73 – Cylinders steel small and average volume for gases, specifications]. Moscow, Gosstandart Rossii. pp. 3-5.

7. Mackerle Ju. *Sovremennyj jekonomichnyj avtomobil'* [The modern economic car]. Moscow, Mashinostroenie, 1987. 320 p.

8. Stoljarevskij A.Ja. Tehnologija poluchenija sintez-gaza dlja vodorodnoj jenergetiki [Tekhnologiya of receiving synthesis gas for hydrogen power]. *Vodorodnaja jenergetika i transport*, 2005, no 2(22), pp. 27-32.

9. Ponomarchuk V.V. Fiziko-himicheskie svojstva i sposoby dobychi vodoroda [Physical and chemical properties and ways of extraction of hydrogen]. *Fundamental'nye i prikladnye nauki - osnova sovremennoj innovacionnoj sistemy*, 2015. pp. 27-32.

Певнев Николай Гаврилович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: eira_254@mail.ru).

Понамарчук Владимир Викторович (Россия, Омск) – аспирант 2го года обучения, направления 23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: skif9210@mail.ru).

Pevnev Nikolay Gavrilovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical science, professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: eira_254@mail.ru).

Ponomarchuk Vladimir Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – graduate student of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: skif9210@mail.ru).

РАЗДЕЛ III

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 625.855.3

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДМИНЕРАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ АСФАЛЬТОБЕТОНА

В.Д. Галдина¹, Е.В. Гурова¹, О.И. Кривонос², М.С. Черногородова¹

¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ» Россия, г. Омск.

²Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Россия, г. Омск.

***Аннотация.** Изучены физико-химические свойства горючего сланца Оленекского месторождения, физико-механические свойства щебня, песка и минерального порошка, полученных из углеродминеральных продуктов горючего сланца. Обоснована возможность использования углеродминеральных продуктов в качестве сырья для получения заполнителей и наполнителей асфальтобетонных смесей. Горячие плотные асфальтобетоны на основе щебня и минерального порошка из углеродминеральных продуктов характеризуются достаточно высокими показателями прочности, водостойкости, трещиностойкости и сдвигоустойчивости, соответствуя по комплексу физико-механических свойств техническим требованиям ГОСТ 9128.*

***Ключевые слова:** асфальтобетон, горючие сланцы, заполнители и минеральный порошок для асфальтобетона, углеродминеральные продукты.*

Введение

Месторождение кембрийских горючих сланцев, расположенное на севере Республики Саха (Якутия) в бассейне р. Лена, занимает площадь примерно 130 – 135 тыс. км² и имеет потенциальные запасы около 500 млрд т. Наибольший промышленный интерес представляют отложения куаномской свиты в бассейне р. Оленек с толщиной пласта от 8 до 12 м [1]. Горючий сланец – это комплексное горючее органоминеральное полезное ископаемое, используемое для получения химических продуктов путем термического разложения, производства тепло- и электроэнергии при сжигании (кероген) и строительных материалов (минеральная часть) [2].

Подробное изучение горючих сланцев Оленекского месторождения различными инструментальными методами для оценки их химико-технологических свойств выполнено в работе [3]. Показано, что исследуемые горючие сланцы являются малосернистыми, имеют среднее содержание органического вещества (керогена), по количественному выходу смолы относятся к группе смоляных, по теплоте сгорания – к среднекалорийному виду топлива. На основании проведенных исследований рекомендовано дальнейшее

проведение работ, направленных на решение проблемы технологического использования горючих сланцев как твердого топлива.

Однако современные подходы к переработке твердых горючих ископаемых основываются на комплексном использовании как органической, так и минеральной составляющих горючих сланцев. Для разработки эффективных методов комплексного использования горючих сланцев необходимы знания о количестве, химической природе и строении керогена, о составе минеральной части, а также сведения об изменениях, которые происходят в сланцах при термическом воздействии. При оценке возможности применения горючих сланцев и твердых продуктов их термической переработки для получения заполнителей и наполнителей асфальтобетонов существенное значение имеют содержание керогена, химический, минеральный составы и физико-механические свойства неорганической части. Горючие сланцы при невысоком содержании керогена целесообразно использовать для получения заполнителей и наполнителей асфальтобетонных смесей [4]. Исследованиями [5,6] установлено, что применение углеродсодержащего

минерального порошка взамен известнякового способствует повышению усталостной долговечности и коррозионной устойчивости асфальтобетона.

Учитывая значительные запасы и физико-химические свойства горючих сланцев Оленекского месторождения, весьма перспективным направлением является использование горючих сланцев и твердых продуктов их термической переработки в качестве сырья для получения минеральных компонентов асфальтобетонных смесей [7,8].

Постановка задачи и ее решение

Цель работы – обоснование возможности применения углеродминеральных продуктов (УМП) горючих сланцев в качестве сырья для получения заполнителей и наполнителей асфальтобетонных смесей и изучение физико-механических свойств асфальтобетонов на их основе.

Образцы горючего сланца Оленекского месторождения квантомской свиты были отобраны в 4 км вверх по течению р. Чомордах и предоставлены для изучения Институтом проблем нефти и газа СО РАН г. Якутска. Исследования проводились ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и ФГБУН ИППУ СО РАН в рамках междисциплинарного Интеграционного проекта СО РАН № 78 «Горючие сланцы: условия образования, состав и свойства наноструктурированных органических и минеральных компонентов, создание интегрированных процессов переработки». Физико-химические свойства горючих сланцев и их углеродминеральных продуктов определяли на приборах регионального центра коллективного пользования Омского научного центра СО РАН.

Фазовый состав минеральной части исследовали на дифрактометре D8 Advance фирмы «Bruker» в параллельном Cu-K_α излучении с β - фильтром в интервале углов 2θ от 50 до 800 (шаг сканирования 0,1°, время интегрирования сигнала 7 sec/step). Расшифровку полученных данных осуществляли с использованием баз ICDD и PDF-2.

Элементный состав органического вещества определяли на CHNOS – элементном анализаторе Vario EL Cube фирмы «Elementar analysensysteme GmbH».

Термический анализ горючих сланцев проводили на приборе совмещенного термического анализа STA-449C фирмы «Netzsch».

Физико-механические свойства щебня, песка и минерального порошка из горючих сланцев и УМП определяли согласно ГОСТ

8269.1, ГОСТ 8735, ГОСТ Р 52129, удельную поверхность минерального порошка – на приборе ПСХ-12SP. Изготовление асфальтобетонных смесей, образцов из них и испытание асфальтобетонов проводили по ГОСТ 12801.

Горючие сланцы представляют собой осадочную породу слоистой текстуры, плотной структуры серого, серовато-коричневого, иногда черного цвета. Исследование физико-механических свойств горючих сланцев показало, что их средняя плотность составляет 2420 – 2460 кг/м³, пористость около 2 % об., твердость по шкале Мооса от 5 до 7 баллов, прочность при сжатии в направлении, перпендикулярном сланцеватости – от 30 до 40 МПа.

По данным [2] горючий сланец имеет следующий элементный состав, мас. %: С – 18,5; О – 48,4; Na – 0,4; Mg – 0,5; Al – 4,6; Si – 13,4; S – 3,5; K – 3,0; Fe – 7,7. Минеральная часть горючих сланцев состоит из алюмосиликатных минералов, кварца в смеси с алюмосиликатами, железо присутствует в виде пирита или сульфатов, в незначительном количестве присутствуют карбонаты магния.

Содержание керогена сапропелевой природы составляет в породе около 10 % мас. Кероген содержит, % мас.: С – 74,9; Н – 8,5; S – 2,4; (N + O) – 14,2. По сравнению с другими твердыми горючими ископаемыми органическое вещество горючих сланцев отличается повышенным содержанием водорода, более низким соотношением С/Н и лучшей способностью переходить в жидкие и газообразные продукты при термическом разложении. Водород – второй по важности после углерода теплотворный элемент, который играет существенную роль в энергетическом потенциале керогена. В жидкие и газообразные продукты при термической переработке переходят, в основном, кислород, сера и азот.

Термогравиметрические кривые горючего сланца представлены на рисунке 1. Потеря массы образца, наблюдающаяся при температуре до 200 °С, связана с испарением адсорбированной влаги. Наиболее значительная потеря массы образца 44 % происходит в интервале температур 300 – 550 °С. Это обусловлено деструкцией керогена с выделением летучих продуктов и формированием полукокса. На кривой ДТГ при температурах 400 – 460 °С отмечается резкое увеличение скорости потери массы. Повышение температуры до 550 °С приводит к резкому снижению скорости потери массы,

что связано с практически полным завершением деструкции керогена. Начальная температура разложения керогена составляет 405, конечная – 530 °С, температура максимальной скорости разложения равняется 464 °С. При повышении температуры выше 530 °С отмечается дальнейшая незначительная потеря массы сланца за счет диссоциации

карбоната магния при 540 – 710 °С, превращения кварца при переходе из α - в β -модификацию, дегидратации алюмосиликатов. Изменение потери массы (2,8 %) и скорости потери массы при температурах 600 – 1000 °С указывает на термическую инертность минеральной части горючего сланца при этих температурах.

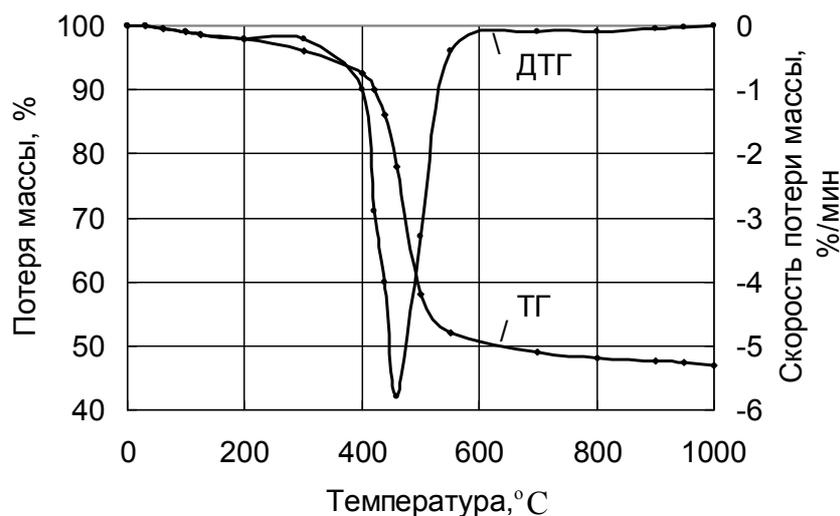


Рис. 1. Термогравиметрические кривые горючего сланца:
ТГ – потеря массы; ДТГ – скорость потери массы

С учетом данных термического анализа УМП горючих сланцев получали из кусков породы крупностью 70 – 120 мм в реакторе с электрообогревом при температуре 400 – 500 °С. В процессе полукоксования выход смолы составил 5,6, твердых продуктов 74,9; газообразных продуктов – 19,5 % мас. на сухое вещество. Содержание углерода в УМП составило 8,96 % мас.

Из углеродминеральных продуктов на лабораторной щековой дробилке были получены щебень и отсев от дробления. В результате определения физико-механических свойств минеральных материалов из УМП, сравнения этих свойств с требованиями нормативных документов к щебню и песку для асфальтобетонных и органоминеральных смесей и со свойствами щебня и песка из исходной горной породы [7] установлено:

1) после термической обработки горючих сланцев истинная плотность щебня повысилась с 2490 до 2540 кг/м³, пористость увеличилась с 2,0 до 5,14 % об.,

водопоглощение – с 1,87 – 2,00 до 3,04 % об. Щебень фракций 10 – 20 мм и 5 – 10 мм имеет марки по дробимости соответственно М1000 и М1200, содержит незначительное количество пылевидных частиц. Однако щебень не соответствует требованиям ГОСТ 8267 и ГОСТ 9128 по содержанию зерен пластинчатой и игловатой формы (48,6 и 55 % мас.) вследствие сланцеватого строения исходной горной породы;

2) песок дробленый по всем показателям свойств удовлетворяет требованиям ГОСТ 31424 к песку повышенной крупности II класса.

Минеральный порошок получали из отсева в лабораторной планетарной мельнице при продолжительности измельчения до требуемой тонкости помола в течение 90 с. Свойства минерального порошка из УМП в сравнении со свойствами минеральных порошков из горючего сланца до термообработки и известнякового неактивированного марки МП-1 даны в таблице 1.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Таблица 1 – Свойства минерального порошка

Показатель	Минеральный порошок			Требования ГОСТ Р 52129 – 2003 к минеральному порошку марки	
	из УМП	из горючих сланцев до термообработки	известня- ковый	МП-1 неактивированному	МП-2
Зерновой состав, % по массе: мельче 1,25 мм мельче 0,315 мм мельче 0,071 мм	100 96,4 89,6	100 93,7 81,4	100,0 99,7 80,3	He < 100 He < 90 70 – 80	He < 95 80 – 95 He < 60
Удельная поверхность, м ² /кг	445	420	407	He нормируется	
Истинная плотность, кг/м ³	2540	2490	2740	То же	
Средняя плотность при уплотнении под нагрузкой 40 МПа, кг/м ³	1680	1690	1868	То же	
Пористость, % по объему	33,9	32,1	31,8	He > 35	He > 40
Показатель битумоёмкости, г/100 см ³	62,3	50,5	61,8	He нормируется	
Набухание, % по объему	1,62	2,05	1,92	He > 2,5	He > 3,0
Коэффициент водостойкости	1,0	1,14	0,76	He нормируется	He < 0,7

Из данных таблицы 1 следует, что показатели дисперсности минерального порошка из УМП несколько выше, чем у минерального порошка из горючего сланца и известнякового. Пористости минеральных порошков отличается незначительно. Показатели битумоёмкости у минеральных порошков из УМП и известнякового практически одинаковы и выше, чем у минерального порошка из горючих сланцев до термообработки. Это обусловлено большей удельной поверхностью и содержанием в составе порошка из УМП дисперсных частиц углерода. По сравнению с известняковым минеральным порошком минеральный порошок из УМП характеризуется меньшим показателем набухания и более высокими коэффициентами водостойкости. Минеральный порошок из УМП по комплексу свойств отвечает требованиям ГОСТ Р 52129 к маркам МП-1 (минеральные порошки неактивированные из карбонатных горных пород и из битуминозных пород) и МП-2 (минеральные порошки из некарбонатных горных пород и техногенных отходов) и может быть использован в горячих и холодных плотных и пористых асфальтобетонах и органоминеральных смесях.

Свойства асфальтобетона, как многокомпонентного материала с коагуляционными микроструктурными

связями, в значительной степени зависят от характера взаимодействия минеральных материалов с битумом. Взаимодействие вяжущего и минеральных материалов проявляется в адсорбционных процессах, протекающих на границе их раздела. Эти процессы включают: физическую и химическую адсорбции, которые имеют место на границе раздела фаз «минеральный материал – битум»; избирательную диффузию компонентов битума в минеральный материал, что может вызвать существенное изменение свойств адсорбированного битума; изменение свойств минеральных материалов в результате их взаимодействия с битумом.

Минеральный порошок совместно с битумом образует структурированную дисперсную систему, которая выполняет функции вяжущего вещества в асфальтобетоне. Поэтому процессы взаимодействия битума с поверхностью порошка являются определяющими в формировании физико-механических свойств асфальтобетона. Структурирующее действие минерального порошка зависит от его минерального состава, пористости и тонкости помола, а также от свойств битума [9]. Адгезия битума к поверхности минеральных материалов из кислых пород обусловлена физической адсорбцией, которая обратима. Под действием воды битумная пленка

отслаивается с поверхности кислых материалов и асфальтобетоны на их основе, как правило, обладают низкой водостойчивостью. При химической адсорбции, затрагивающей поверхностный мономолекулярный слой, компоненты битума вступают с поверхностью минерального материала в химическое взаимодействие с образованием нерастворимых в воде соединений. Поэтому минеральный порошок из карбонатных пород взаимодействует с анионами битума с образованием устойчивых адгезионных связей. Аналогичные процессы протекают и при взаимодействии битума с поверхностью щебня, полученного из кислых или карбонатных горных пород.

Минеральная основа горючих сланцев и УМП алюмосиликатная и кремнеземистая, что характеризует их как материалы кислой природы. Однако взаимодействие минеральных материалов с битумом в асфальтобетоне зависит не только от химического и минерального составов сырья, но и от наличия адсорбционных центров, которые определяют активность минеральной

поверхности по отношению к битуму и влияют на процессы структурообразования [10]. Наличие в составе горючих сланцев и УМП оксидов алюминия, сульфатов и сульфидов железа значительно повышает адсорбционную и химическую активность минеральной поверхности и приводит к возникновению на такой поверхности активных мест для адсорбции анионоактивных органических соединений битума, повышению структурирующей способности минерального порошка и физико-механических свойств асфальтобетона.

Составы горячих плотных мелкозернистых асфальтобетонных смесей типа Б прерывистой гранулометрии (табл. 2) были запроектированы с использованием щебня и минерального порошка из УМП горючих сланцев (составы 1 и 4). Асфальтобетоны контрольных составов включали щебень из сланцев до термообработки (состав 2) и гранитный щебень (состав 3). В качестве мелкого заполнителя использован природный песок с модулем крупности 2,1.

Таблица 2 – Составы горячих плотных асфальтобетонных смесей типа Б

Компонент	Содержание компонента, % мас., в составе			
	1	2	3	4
Щебень из твердых углеродминеральных продуктов горючих сланцев фракции 5 – 20 мм	45	-	-	-
Щебень из горючего сланца до термообработки фракции 5 – 20 мм	-	45	-	-
Щебень гранитный фракции 5 – 20 мм	-	-	45	-
Щебень известняковый фракции 5 – 20 мм	-	-	-	45
Песок природный	45	45	45	45
Минеральный порошок неактивированный марки МП-1	10	10	10	-
Минеральный порошок из твердых углеродминеральных продуктов горючих сланцев	-	-	-	10
Битум марки БНД 90/130	5,5	5	5	5

Асфальтобетонные смеси и образцы из них готовили при дозировании минерального порошка в смеситель после битума. Результаты испытания асфальтобетонов (табл. 3) показывают, что асфальтобетоны составов 1 – 3, изготовленные с известняковым минеральным порошком, имеют близкие показатели физико-механических свойств и соответствуют требованиям ГОСТ 9128 к III марке асфальтобетона типа Б для I дорожно-климатической зоны и ко II марке для II, III дорожно-климатических зон. Более высокие

показатели прочности и водостойкости имеет асфальтобетон на основе щебня из горючих сланцев до их термообработки. Следовательно, кероген улучшает смачиваемость и адгезию битумной пленки к зернам щебня из сланца, повышая прочность и водостойкость асфальтобетона. Относительно невысокие пределы прочности при сжатии и на растяжение при расколе, определенные при температуре 0 °С, указывают на достаточно высокую трещиностойкость исследованных асфальтобетонов.

Таблица 3 – Физико-механические свойства асфальтобетонов типа Б

Показатель	Состав асфальтобетона				Требования ГОСТ 9128-2013 к асфальтобетону типа Б для I / II, III дорожно-климатических зон	
	1	2	3	4	марки II	марки III
Пористость минеральной части, % об.	14,06	14,8	14,40	14,56	Не более 19,0	
Остаточная пористость, % об.	3,43	3,34	3,83	2,92	2,5 – 5,0	
Водонасыщение, % об.	2,41	2,85	2,73	1,56	1,5 – 4,0	
Средняя плотность, кг/м ³	2250	2260	2380	2403	Не нормируется	
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре: 50 °С	0,95	1,05	0,95	1,35	Не менее	
					0,9 / 1,0	0,8 / 0,9
20 °С	2,25	2,45	2,20	2,60	Не менее	
					2,2	2,0
0 °С	5,50	7,55	6,50	7,10	Не более 10,0 / 12,0	
Сцепление при сдвиге, МПа	0,40	0,41	0,39	0,43	Не менее	
					0,31 / 0,35	0,29 / 0,34
Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С и скорости деформирования 50 мм/мин, МПа	3,25	3,66	3,38	3,75	2,5 – 6,0 / 3,0 – 6,5	2,0 – 6,5 / 2,5 – 7,0
Коэффициент водостойкости	0,96	1,0	0,95	1,0	Не менее	
					0,90 / 0,85	0,85 / 0,75
Коэффициент длительной водостойкости	0,77	0,78	0,75	0,83	Не менее	
					0,85 / 0,75	0,75 / 0,65

Лучшее взаимодействие с битумом показывают карбонатные и основные горные породы за счет более интенсивных процессов физической и химической адсорбции на границе их раздела, а также избирательной фильтрации компонентов битума в поры минеральных зерен. Поэтому прочность и водостойкость асфальтобетона с известняковым щебнем и минеральным порошком из УМП горючих сланцев выше, чем у асфальтобетонов составов 1 – 3 (см. табл. 3). Такой асфальтобетон удовлетворяет требованиям ГОСТ 9128 к III марке асфальтобетона типа Б для I дорожно-климатической зоны и ко II марке для II, III дорожно-климатических зон.

Заключение

Горючие сланцы Оленекского месторождения относятся к плотной и прочной осадочной органоминеральной горной породе слоистой текстуры с бедным содержанием керогена и минеральной частью алюмосиликатного и кремнеземистого состава, по выходу смолы – к среднесмоляным. Углеродминеральные продукты горючих сланцев могут быть использованы для производства щебня,

песка и минерального порошка для асфальтобетонных смесей. Щебень из УМП имеет высокие марки по дробимости, но содержит повышенное количество (по сравнению с нормативными требованиями) зерен пластинчатой и игловатой формы вследствие сланцеватого строения исходной горной породы.

Минеральный порошок из УМП отвечает требованиям ГОСТ Р 52129 к маркам МП-1 (минеральные порошки неактивированные из карбонатных горных пород и из битуминозных пород) и МП-2 (минеральные порошки из некарбонатных горных пород и техногенных отходов).

Асфальтобетоны на основе щебня и минерального порошка из УМП горючих сланцев по комплексу физико-механических свойств соответствуют требованиям ГОСТ 9128 к III марке асфальтобетона типа Б для I дорожно-климатической зоны и ко II марке для II, III дорожно-климатических зон. Горячие плотные асфальтобетоны на основе заполнителей и наполнителей из УМП могут быть рекомендованы для строительства верхнего слоя асфальтобетонных покрытий на дорогах III технической категории (II марка)

и IV технической категории (III марка). Использование заполнителей и наполнителей из горючих сланцев и УМП в асфальтобетонах может дать значительный экономический эффект за счет замены кондиционных привозных каменных материалов местными материалами.

Библиографический список

1. Стрижакова, Ю.А. Горючие сланцы. Генезис, составы, ресурсы / Ю.А. Стрижакова. – М.: Недра, 2008. – 192 с.
2. Зеленин, Н.И. Справочник по горючим сланцам / Н.Н. Зеленин, И.М. Озеров И.М. – Л.: Недра, 1983. – 248 с.
3. Патраков, Ю.В. Характеристика горючего сланца и богхеда Оленекского района Ленского бассейна / Ю.В. Патраков, Н.И. Федорова // Химия твердого топлива. – 2009. – № 3. – С. 3 – 8.
4. Руденская, И.М. Органические вяжущие для дорожного строительства / И.М. Руденская, А.В. Руденский. – М.: Транспорт, 1984. – 229 с.
5. Ковалев, Н.С. Исследование усталостной долговечности асфальтобетона с углеродсодержащим материалом при циклическом и динамическом нагружении / Н.С. Ковалев, Я.А. Быкова, Э.В. Труфанов. – Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит, 2008. – Вып. 12 (31). – С. 62-66.
6. Подольский, Вл.П. Коррозионная устойчивость асфальтобетонов с использованием минерального порошка из углеродсодержащих материалов / Вл. П. Подольский, А.В. Ерохин // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. – 2008. – Вып. № 1 (9). – С. 149 – 152.
7. Галдина, В.Д. Пути использования горючих сланцев Оленекского месторождения в дорожном строительстве / В.Д. Галдина и др. – Архитектура. Строительство. Транспорт. Инновации: м-лы международного конгресса. – Омск: СибАДИ, 2013. – С. 40 – 44.
8. Галдина, В.Д. Исследование горючих сланцев как сырья для производства минеральных порошков / В.Д. Галдина, Е.В. Гурова // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки: материалы Международной научно-практической конференции. [Электронный ресурс] Электр. дан. – Омск: СибАДИ, 2014. – Кн.3. – С. 17 – 21. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD994.pdf>
9. Дорожный асфальтобетон / Л.Б. Гезенцев, Н.В. Горельшев, А.Я. Богуславский, И.В. Королев; под ред. Л.Б. Гезенцева. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.
10. Ядыкина, В.В. Влияние активных поверхностных центров кремнеземсодержащих минеральных компонентов на взаимодействие с битумом / В.В. Ядыкина // Известия вузов. Стр-во. – 2003. – № 9. – С. 75 – 79.

RESEARCH OF CARBON OF THE MINERAL PRODUCTS COMBUSTIBLE SLATES AS RAW MATERIALS FOR RECEPTION OF THE MINERAL COMPONENTS ASPHALT CONCRETE

V.D.Galdina, E.V. Gurova,
O.I. Krivonos, M.S.Chernogorodova

Abstract. Physical and chemical properties of oil shale of the Oleneksky deposit, physicomechanical properties of rubble, sand and the mineral powder, received of carbon of the mineral products of oil shale are studied. Possibility of use of carbon of the mineral products as raw materials for reception of fillers and mineral powder asphalt concrete mixes is proved. Hot dense asphalt concrete on the basis of rubble and a mineral powder from of carbon of the mineral products are characterised by high enough indicators of durability, water resistance, firmness crack and stability shift, corresponding on a complex of physicomechanical properties to technical requirements of GOST 9128.

Keywords: asphalt concrete, combustibile slates, fillers and mineral powder for asphalt concrete, carbon of the mineral products.

References

1. Strizhakova Yu.A. *Gorjuchie slantsi. Genesis, sostavy, resursy* [Oil shale. Genesis, composition, resources]. Moscow, Nedra, 2008. 192 p.
2. Zelenin N.I., Ozerov I.M. *Spravochnik po goruchim slantsam* [Director on oil shale]. Leningrad, Nedra, 1983. 248 p.
3. Patrakov Yu.F., Fedorova N.I. *Characteristica gorjuchikh slantsev i bogchedov Olenekskogo raiona Lenskogo basseina* [Characteristic of oil shales and bogched Oleneksky area of Lensky pool]. *Khimija tverdogo topliva*. 2009, no. 3, pp. 3 – 8.
4. Rudensky, I.M., Rudensky A.V. *Organicheskie vjzshushchie dlja dorozhnogo stroitel'stva* [Organic knitting for road building]. Moscow, Transport, 1984. 229 p.
5. Kovalev N.S., Bykova A.A., Trufanov E.V. *Issledovanie ustalostnoi dolgovechnosti asfal'tobetona s uglerodsoderzhshchim materialom pri tsiklicheskom i dinamicheskom nagruzhenii* [Study fatigue endurance asphalt carbon-based material for cyclic and dynamic loading]. *Vestnik VolgGASU. Serija Stroitel'stvo i architektura*, 2008, no. 12 (31), pp. 62 – 66.
6. Podolsky V.P., Erochin A.V. *Corrosionnaja ustoichivost' asfal'tobetona s ispol'zovaniem mineral'nogo poroshka iz uglerodsoderzhshchikh materialov* [Corrosion resistance of asphalt concrete with the use of mineral dust from carbon materials]. *Nauchny Vestnik VGASU. Serija Stroitel'stvo i architektura*, 2008, no. 1 (9), pp. 149 – 152.
7. Galdina V.D., Gurova E.V., Krivonos O.I., Plaksin G.V. *Puti ispol'zovaniya gorjuchikh slantsev Olenekskogo mestorozhdenija v dorozhnom stroitel'stve* [Ways of use of oil shales of the Oleneksky deposit to road building]. *Architektura. Stroitel'stvo. Transport. Innovatsii. Materialy mezhdunarodnogo kongressa* [Architecture. Building. Transport. Innovations. Materials the international congress]. Omsk, SibADI, 2013. pp. 40 – 44.

8. Galdina V.D., Gurova E.V. Issledovanie gorjuchikh slantsev kak syr'ja dlja proizvodstva mineral'nykh poroshkov [Study of oil shale as raw materials for manufacture of mineral powders]. *Razvitie dopozhno-transportnogo i stroitel'nogo kompleksov v osvoenii strategicheskii vazhnykh territorii Sibiri i Arktiki* [Development of road and transport both building complexes and development of strategically important territories of Siberia and Arctic regions: the science contribution. Materials of the International scientifically-practical conference]. [An electronic resource] Elektr. It is given. Omsk, SibADI, 2014, Kn.3, pp. 17 – 21. an access mode: <http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD994.pdf>

9. Gezentsvej L.B., Gorelyshev N.V., Boguslavsky A.JA., Korolev I.V. *Dorozhnyi asfal'tobeton* [Road асфальтобетон]. Moscow, Transport, 1985. 350 p.

10. Jadykina V.V. Vlijanie aktivnykh poverkhnostnykh tseistrov kremnezemsoderzhashchikh mineral'nykh komponentov na vzaimodeistvie s bitumom [Of the active superficial centres silikat mineral components on interaction with bitumen]. *Izvestija vuzov. Stroitel'stvo*, 2003, no. 9, pp. 75 – 79.

Галдина Вера Дмитриевна (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы и специальные технологии» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: galdin_ns@sibadi.org).

Гурова Елена Викторовна (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы и специальные технологии» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: gurova-ev@mail.ru).

Кривонос Оксана Ивановна (Омск, Россия) – кандидат химических наук, научный сотрудник ФГБУН Института проблем переработки углеводородов СО РАН (644040, г. Омск, ул. Нефтезаводская, 54, e-mail: oksana@ihcp.ru).

Черногородова Мария Сергеевна (Омск, Россия) – аспирант кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: www.mamarya@mail.ru).

Vera Dmitrievna Galdina (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, the associate professor of Department «Constructions materials and special technologies» of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Avenue, 5, e-mail: galdin_ns@sibadi.org).

Elena Viktorovna Gurova (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, the associate professor of Department «Konstrukcion materials and special technologies» of The Siberian automobile and highwau academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Avenue, 5, e-mail: gurova-ev@mail.ru).

Oksana Ivanovna Krivonos (Omsk, Russian Federation) – candidate of chemistry sciences, research worker Institute of Hydrocarbon Processing, The Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IHCP SB RAS) (Omsk, 644040, 54 Neftezavodskaya st., e-mail: oksana@ihcp.ru).

Marija Sergeevna Chernogorodova (Omsk, Russian Federation) – The post-graduate student of Department «Hoisting-and-transport, Traction Cars and Hydraulik Aktuator» of The Siberian automobile and highwau academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Avenue, 5, e-mail: www.mamarya@mail.ru).

УДК 69.055.004.3

МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ

О.В. Демиденко^{1,2}, В.А. Казаков², С.М. Кузнецов^{1,2}, Н.Е. Алексеев³

¹НОУ ВПО Омская гуманитарная академия, Россия, г. Омск;

²ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

³Сибирский государственный университет путей сообщения, Россия, г. Новосибирск.

Аннотация. В данной статье вопросы управления строительными потоками представлены с помощью формализованных модельных методов. Проанализированы особенности основного структурного элемента строительной производственной системы - специализированного потока. Выявлена и обоснована необходимость совместного планирования объемов поставки и потребления строительных материальных ресурсов. На основе проведенного исследования авторами разработана дискретная по времени вероятностная модель взаимодействия строительных потоков и транспортно-технологического процесса. Предложенные рекомендации по проектированию транспортно-технологического обеспечения строительных потоков материальными ресурсами позволят обеспечить непрерывность и равномерность производства работ и потребления материалов, повысить организационный уровень строительного производства.

Ключевые слова: строительный поток, транспортно-технологический процесс, моделирование, планирование, управление, организация и технология строительства.

Введение

Организационно-технологическому проектированию принадлежит важное место в системе инженерной подготовки строительства. Однако обеспеченность такими документами недостаточна. Материалоемкость строительства оказывает решающее влияние на организационно-технологические принципы формирования строительных потоков. В проектной документации недостаточно прорабатываются вопросы поставки материальных ресурсов на объекты возведения [1]. Конечной целью строительной производственной системы является своевременный ввод объектов в эксплуатацию. Строительный поток является основным структурным элементом производственной системы в строительстве. При анализе и описании производственной системы необходимо выделить процессы (операции), протекающие в ней. Это позволит найти возможные связи и взаимодействия. Зная состав системы, ее связи с внешней средой, взаимосвязи внутри системы и характер воздействия случайных факторов, можно составить математическую модель состояния системы.

Моделирование функционирования строительных потоков

Поточное строительство осуществляется с целью повышения экономической эффективности капитального строительства. Проектирование строительства заключается в определении технологической и организационной последовательности выполнения и взаимодействия специализированных потоков. Специализированный поток состоит из совокупности частных потоков, технологически взаимосвязанных между собой и развивающихся по общей схеме на одних и тех же захватках, объединенных общей строительной продукцией. Специализированный поток представляет собой совокупность средств труда, работников производства, затрачиваемых в операции исходных строительных материальных ресурсов и выпускаемой в операции строительной продукции, необходимых для выполнения по крайней мере одной технологической операции. Специализированные потоки выполняются комплексными или специализированными бригадами и комплектами машин (производственными звеньями) с целью равномерного и качественного выпуска

готовой продукции. Функционирование строительного потока определяется последовательностью во времени технологических и вспомогательных операций. Структура этой последовательности представляющая собой график производства работ организационно управляема через принятие решений о порядке и длительности операций. На реализацию управленческих решений оказывают влияние ограничения, к которым относятся ограничения общей длительности процесса и продолжительность отдельных операций, необходимость наладок и переналадок оборудования, проведения его ремонта. Наиболее значимыми являются ограничения, связанные с тем, что для выполнения операции необходимы материальные ресурсы - чтобы затратить какое-нибудь количество продукта, необходимо его иметь.

Построение моделей операций является основополагающим в описании системы в целом. Любая технологическая операция характеризуется:

- а) совокупностью исполнителей и средств труда, необходимых для ее выполнения (производственные звенья);
- б) продолжительностью операции u ;
- в) значением технологического управления v .

Управление v остается неизменным в течение операции, но в момент начала операции может выбираться из области допустимых значений V ($v \in V$), т.е. v - вектор, а V - ограниченная замкнутая область в пространстве соответствующей размерности. Объемы затрат и выпуска в операции являются функциями управления v и длительности u и обозначаются соответственно через $f^-(u, v)$, $f^+(u, v)$. Эти функции также векторные, их размерность совпадает с количеством затрачиваемых и выпускаемых в операции материальных ресурсов [2].

Таким образом, общее математическое описание операции сводится к заданию функций $f^-(u, v)$, $f^+(u, v)$, области V и указанию состава осуществляющего операцию производственного звена.

В системе потоков все операции считаются фиксированными с постоянной интенсивностью, для которых

$$f^\pm(u, v) = a^\pm(v)u, \quad (1)$$

где $a^-(v)$ и $a^+(v)$ - интенсивность затрат и выпуска соответственно.

Строительство как потоковая система воспринимается через закупки строительных материалов и организацию их поставки на строительные объекты. Транспортно – технологический процесс, состоящий из операций погрузки, разгрузки, транспортировки грузов, является неотъемлемой составной частью строительного производства. Основная цель системы транспортно – технологического обслуживания – непрерывное обеспечение материальными ресурсами строительных потоков с минимально возможными затратами. Система транспортно – технологического обслуживания представляет собой совокупность предприятий строительной индустрии, комплектующих, транспортных и строительных организаций. Системообразующим компонентом транспортно – технологической системы являются потоки материальных ресурсов в виде разнообразных строительных материалов, изделий и конструкций, начиная от подготовки и погрузки материалов и изделий на складах поставщиков и кончая подачей их на рабочее место строительных бригад.

Транспортно-технологический процесс численно описывается количеством и типом транспортных средств, их грузоподъемностью и грузоместимостью, продолжительностью использования, номенклатурой доставляемых строительных материалов, изделий, полуфабрикатов и конструкций, материальными затратами на доставку и хранение единицы продукта в единицу времени, объемами и сроками поставки.

Главными признаками поточного производства согласно [3,5] считают следующее:

1. выполняется большое количество однородных и однотипных работ;
2. однородные процессы выполняют последовательно друг за другом;
3. оборудование и рабочие места, участвующие в производственном процессе, расположены в порядке последовательности движения строительных материалов при изготовлении строительной продукции;
4. за каждым рабочим местом закрепляется одна или несколько однородных операций, характеризующаяся постоянным составом исполнителей, орудий производства, материалов и деталей.
5. процесс производства совершается непрерывно;

6. предметы труда передаются с одного места на другое немедленно после окончания операции.

Указанный набор признаков определяет поточно-массовое производство в строительстве.

Качественно структура производственной системы может быть представлена как результат объединения производственных звеньев (специализированных потоков), связанных между собой через звенья хранения. Специализированные строительные потоки, потребляющие исходные материальные ресурсы связаны со звеньями хранения и производства с помощью транспортно-технологического процесса.

Функционирование производственной системы может быть математически описано как процесс изменения состояния строительных потоков (переходов с одной операции на другую) и процесс изменения состояния складов (организация доставки материальных ресурсов).

Состояние системы в произвольный момент времени должно характеризоваться не только количеством материалов на складе, но и фазой выполняемой операции. Переход на новую операцию при незакончившейся старой приводит к тому, что в этом периоде затраты производятся, а выпуск исчезает. Это не всегда допустимо по технологическим возможностям. Учитывая особенности реального производства, при математическом моделировании принимается условие непрерывности единичных операций. Переход на новую операцию допускается только после окончания периода старой.

Функционирование системы строительных потоков не предопределено ее внутренним состоянием, а зависит от принимаемых управленческих решений [4].

Общая задача оперативного управления строительными потоками состоит в текущей корректировке хода производства на основе поступающей информации о его состоянии.

Строительное производство, связанное с возведением любого объекта подразделяют по производственному признаку на периоды.

Предположим, что

- 1) каждому k - му производственному звену, $k \in K$, установлен объем работ в течение каждого этапа $n=0,1,\dots,N-1$, причем N равно по определению T , $T \geq 1$ (где T – продолжительность периода планирования, а длительность этапа принята за 1);

2) каждому производственному звену запланирован расход одного или нескольких видов строительных материалов в течение каждого периода;

3) каждое производственное звено состоит из группы строительных рабочих разных специальностей и квалификации;

4) рабочие операции выполняются с постоянной интенсивностью или периодически, но так, что длительность любой операции пренебрежительно мала по сравнению с продолжительностью каждого периода, принятого за единицу времени;

5) возможен контроль отклонений хода производства от плана;

6) возможна корректировка планового задания на очередной этап на основе результатов контроля за ходом производства в течение предшествующих подпериодов в пределах внеплановых резервов времени работы строительных рабочих;

7) отклонение хода производства от планового случайно, что формально проявляется в случайном изменении от этапа к этапу интенсивностей операций; планируемые интенсивности постоянны.

Исходя из указанных предположений и общей модели производственной системы выполним описание функционирования строительных потоков с помощью дискретной по времени динамической модели со случайными параметрами.

Пусть $S_i(n)$ - имеющийся запас i - строительного материала на начало этапа выполнения строительного монтажа работ n , $q_i^+(n)$ - объем поступления i строительного материала в течении этапа n , $q_i^-(n)$ - объем потребления i - строительного материала в ходе выполнения строительного монтажа работ на данном этапе. Тогда

$$\left. \begin{aligned} S_i(n+1) &= S_i(n) + q_i^+(n) - q_i^-(n), \\ q_i^+(n) &= \sum f_{ik}^+(n), \quad q_i^-(n) = \sum f_{ik}^-(n), \end{aligned} \right\} (2)$$

где $f_{ik}^+(n)$ - объем поставки i - строительного материала от k поставщика на этапе n , $f_{ik}^-(n)$ - объем потребления i - строительного материала k производственным звеном (строительно-монтажной бригадой) на этапе n .

Плановые поступления и потребление i - строительного материала должны быть сбалансированы и постоянны, т. е.

$$q_i^+(n) = q_i^-(n) = const. \quad (3)$$

Отклонения объемов поставки и потребления от плана выполнения строительного монтажа работ может быть вызвано случайными факторами, связанными с колебаниями спроса и управляющими воздействиями. Уравнения (2) можно записать в отклонениях от плана:

$$\left. \begin{aligned} S_i(n+1) &= S_i(n) + q_i^+(n) - q_i^-(n), \\ \Delta q_i^\pm(n) &= \sum \Delta f_{ik}^\pm(n). \end{aligned} \right\} (4)$$

Технологическое управление $u_k(n)$ определяет расход материальных ресурсов в том же отрезке времени, а поставка производится с запаздыванием θ_k (в частности возможен вариант $\theta_k = 0$ при использовании технологии «монтаж с колес») [6]. С учетом изложенного объем потребления:

$$\Delta f_{ik}^-(n) = \alpha_{ik}^- u_k(n) + \xi_{ik}^-(n), \quad (5)$$

где α_{ik}^- - производительность или интенсивность потребления k производственным звеном на этапе n ; $u_k(n)$ - плановая продолжительность операций строительного монтажа работ; $\xi_{ik}^-(n)$ - случайные факторы колебаний спроса.

Объем поступления:

$$\Delta f_{ik}^+(n) = \alpha_{ik}^+ u_k(n - \theta_k) + \xi_{ik}^+(n), \quad (6)$$

где α_{ik}^+ - производительность транспортного средства; $u_k(n)$ - количество поставок; θ_k - продолжительность операций транспортно-технологического процесса; $\xi_{ik}^+(n)$ - случайные факторы транспортно-технологического процесса.

Учтем, что часть операций, $k \notin K_u$, является неуправляемой ($\alpha_{ik}^- = 0$), и введем в рассмотрение матрицы $A^+ = \begin{pmatrix} + \\ \alpha_{ik}^- \end{pmatrix}$, где

$$\alpha_{ik}^\pm \triangleq \begin{cases} \bar{\alpha}_{ik}^+, & k \in K_i^+ \cap K_u, \\ 0, & k \notin K_i^+ \cap K_u, \end{cases} \quad (7)$$

Тогда уравнения (4) можно записать в матричном виде

$$S(n+1) = S(n) + A^+ u(n) - A^- u(n - \theta) - q(n), \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned}
 S(n) &\triangleq (S_i(n), i \in J), \\
 u(n) &\triangleq (u_k(n), k \in K_u), \\
 u(n - \theta) &\triangleq (u_k(n - \theta_k), k \in K_u), \\
 q(n) &\triangleq (q_i(n), i \in J), \\
 q_i(n) &\triangleq - \sum_{k \in K_i^+} \xi_{ik}^+(n) + \sum_{k \in K_i^-} \xi_{ik}^-(n).
 \end{aligned}$$

Уравнения (8) аналогичны уравнениям многофазной системы снабжения, представленной в [7], которая позволяет рассматривать строительное производство как "конвейер снабжения".

Эффективность управления поточно-массовым производством может оцениваться через обеспечение ритмичности работы и затраты на обеспечение. Можно требовать наилучшей ритмичности при ограниченных затратах, наименьших затрат при фиксированной ритмичности или наименьших суммарных затрат с учетом потерь, вызванных неритмичностью.

Ритмичность поточных линий достигается при условии выполнения работ на строительной площадке в соответствии с установленным графиком. Графики комплектации объектов должны составляться с учетом возможности объективно обусловленных изменений продолжительности выполнения строительно-монтажных работ и процесса доставки материалов на объекты возведения.

Для реализации графика производства строительно-монтажных работ необходимо соблюдение условия - объемы потребления и выпуска продукции в каждый момент времени должны быть приблизительно равны. Материальные ресурсы могут быть получены либо с предшествующей по технологической схеме операции, либо в ходе выполнения процесса поставки.

Ритмичность строительных потоков учитывает следующие факторы:

- а) обеспечение внешнего спроса, представляемого плановым заданием;
- б) обеспечение выданных производственных звеньям заданий строительными материалами и конструкциями;
- в) размер колебаний временной загрузки производственных звеньев.

Качественно высокую ритмичность можно считать эквивалентной высокому уровню обеспеченности внешнего и внутрисменного спроса при ограниченной интенсивности колебаний загрузки. Необеспеченность

внутрисменного спроса, проявляющаяся в несоответствии выдаваемых заданий наличию необходимых для него строительных материалов, изделий и конструкций является важнейшим проявлением неритмичности.

Заключение

Каждый специализированный поток выпускает свойственную только ему строительную продукцию, соответственно потребляет необходимые для нее материалы. Поэтому формирование структуры грузопотоков должно быть направлено на своевременное и качественное обеспечение специализированных потоков исходными для технологического процесса строительными материалами и конструкциями. Следовательно, при проектировании транспортно-технологического процесса необходимо учитывать условия функционирования строительных потоков и в соответствии с этим определять рациональные типы подвижного состава, их количество и график работы.

Таким образом, моделирование функционирования строительных потоков неразрывно связано с транспортно-технологическим процессом обеспечения их строительными материалами и конструкциями. Управление системой строительных потоков должно осуществляться в соответствии с проектом производства работ, в котором рассчитываются продолжительность каждой операции и возможности ее обеспечения необходимыми материальными ресурсами. В проекте производства работ должны разрабатываться мероприятия, позволяющие функционировать системе при различных отклонениях от графиков производства работ и поставки материальных ресурсов. Важным при проектировании специализированных потоков является условие их непрерывности, которое реализуется наличием необходимых материальных ресурсов на складе или своевременной их поставкой, обеспечением фронтом работ и соблюдением продолжительности выполнения каждой операции в соответствии с графиком производства. Обеспечение данных условий позволит повысить организационный уровень управления строительными потоками, обеспечит непрерывность и равномерность производства работ и потребления материалов, а следовательно, и всех технических средств, включенных в поток.

Библиографический список

1. Сироткин, Н.А. Теоретические основы управления строительным производством: уч. пособие / Н.А. Сироткин, С.Э. Ольховиков. – М. – Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 141 с.
2. Демиденко, О.В. Основы управления строительным потоком/ О. В. Демиденко // Омский научный вестник. – 2013. – № 1(115). – С. 68-71.
3. Гусаков, А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства (в условиях автоматизированных систем проектирования) / А.А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1974. – 252 с.
4. Sychev, S. Sharipova D. Monitoring and Logistics of Erection of Prefabricated Modular Buildings. Indian Journal of Science and Technology. 2015, no 8(29). pp. 1–6.
5. Ротачев, А.Г. Основы теории и практики управления строительством: уч. пособие / А.Г. Ротачев, Н.А. Сироткин. – М.: Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 136с.
6. Демиденко, О.В. Экономико-математическая модель транспортно-технологического процесса в строительстве / О.В. Демиденко // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2013. – №4(14). – С. 20-25.
7. Первозванский, А.А. Математические модели в управлении производством / А.А. Первозванский. – М.: Наука. 1995. – 616 с.

MODEL BUILDING OPERATION FLOWS

O.V. Demidenko, V.A. Kazakov,
S.M. Kuznetsov, A.E. Alekseev

Abstract. In this article, building traffic management issues presented by a formal modeling methods. The features of the main structural element of the construction of the production system - a specialized stream. And revealed the necessity of joint planning and delivery volumes of consumption of building material resources. On the basis of the study authors developed a discrete time-probabilistic model of the interaction of building streams and transport process. The proposed recommendations for the design of transport and technological maintenance of building streams by material resources will ensure the continuity and regularity of production activities and consumption of materials, enhance organizational level of building production.

Keywords: building flow, transport workflow, modeling, planning, management, organization and building technology

References

1. Sirotkin N.A., Ol'hovikov S.Je. *Teoreticheskie osnovy upravlenija stroitel'nym proizvodstvom* [Theoretical construction of production management basics]. Moscow, Berlin: Direkt-Media, 2016. 141 p.
2. Demidenko O.V. *Osnovy upravlenija stroitel'nym potokom* [Basics of construction management Flow]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2013, no 1(115). pp. 68-71.

3. Gusakov A.A. *Organizacionno-tehnologicheskaja nadezhnost' stroitel'nogo proizvodstva (v uslovijah avtomatizirovannyh sistem proektirovanija)* [Organizational-technological reliability of building production (in terms of automated design systems)]. Moscow, Strojizdat, 1974. 252 p.

4. Sychev S. Sharipova D. Monitoring and Logistics of Erection of Prefabricated Modular Buildings. *Indian Journal of Science and Technology*. 2015, no 8 (29). pp. 1–6.

5. Rotachev A.G., Sirotkin N.A. *Osnovy teorii i praktiki upravlenija stroitel'stvom* [Fundamentals of the theory and practice of construction management]. Moscow, Berlin: Direkt-Media, 2016. 136 p.

6. Demidenko O.V. *Jekonomiko-matematicheskaja model' transportno-tehnologicheskogo processa v stroitel'stvem* [Economic-mathematical model of transport and technological process in stroitel'stv]. *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovanija*, 2013, no 4 (14). pp. 20-25.

7. *Pervozvanskij A.A. Matematicheskie modeli v upravlenii proizvodstvom* [Mathematical models in production management]. Moscow, Nauka. 1995. 616 p.

Демиденко Ольга Владимировна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д.5); доцент кафедры «Коммерции, маркетинга и рекламы» НОУ ВПО Омская гуманитарная академия (644115, г. Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а, e-mail: dovanddms@yandex.ru).

Кузнецов Сергей Михайлович (Россия, г. Новосибирск) – доктор технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры «Технология, организация и экономика строительства»; Сибирский государственный университет путей сообщения (630049, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, e-mail: ksm56@yandex.ru).

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

Алексеев Николай Евгеньевич (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Коммерции, маркетинга и рекламы» НОУ ВПО Омская гуманитарная академия, (644115, г. Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а); доцент кафедры «Общая экономика и право» ФГБОУ ВПО СибАДИ», 644080, г. Омск, пр. Мира, д.5, e-mail: oei@mail.ru).

Demidenko Olga Vladimirovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor «The organization and technology of construction» of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5); associate professor "Commerce, marketing and advertizing" NOU Omsk Humanitarian Academy (644115, Omsk, st. 4 Chelyuskins, 2a, e-mail: dovanddms@yandex.ru).

Kuznetsov Sergey Mikhaylovich (Russian Federation, Novosibirsk) – doctor of technical sciences, the senior research associate, the associate professor «Technology, the organization and economy of construction»; Siberian Government University of railways (630049, Novosibirsk, D. Kovalchuk St., 191, e-mail: ksm56@yandex.ru).

Kazakov Vitaly Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences of the acting department chair «The organization and technology of construction» of The Siberian automobile and highway

academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Alekseev Nikolay Evgenyevich Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor «Commerce, marketing and advertising» NOU Omsk Humanitarian Academy, (644115, Omsk, st. 4 Chelyuskins, 2a); associate professor «General economy» of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) t, 644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: oeip@mail.ru.

УДК 625.731.9

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИИ

Е.А. Коротков, К.С. Иванов

Институт криосферы Земли СО РАН, Россия, г. Тюмень;

АНО «Губернская академия», Россия, г. Тюмень;

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет», Россия, г. Тюмень.

Аннотация. В статье приведено описание экспериментального стенда для проведения испытаний на морозоустойчивость дорожных конструкции. Уделено внимание возможностям стенда. Предлагаемый экспериментальный стенд позволяет в лабораторных условиях моделировать процессы промерзания/оттаивания грунтов земляного полотна, проводить измерения температурного режима и механической устойчивости многослойных конструкций автомобильных дорог, а также оценить эффективность разных теплоизоляторов, используемых в качестве морозозащитного слоя в конструкциях автомобильных дорог.

Ключевые слова: экспериментальный стенд, сезонное промерзание, морозозащитный слой, теплоизоляционные материалы.

Введение

Повреждения транспортных сооружений, обусловленные морозным пучением грунтов земляного полотна, являются характерными проблемами дорожного строительства для регионов с сезонным промерзанием грунтов (I, II, III и IV дорожно-климатические зоны Российской Федерации). Так, предотвращение разрушений транспортных сооружений в результате морозного пучения грунтов является актуальным для 90% площади РФ [1,2].

Интенсивность негативных последствий глубокого промерзания на объектах транспортной инфраструктуры напрямую зависит от устойчивости многослойных дорожных конструкций к циклам промерзания/оттаивания. В течение последних десятилетий различные технические решения использовались для снижения последствий морозного пучения. Наиболее эффективным методом борьбы с морозным пучением является устройство

морозозащитного слоя в основании дорожной одежды.

К основным теплоизоляционным строительным материалам, используемым для устройства морозозащитных слоев в дорожных конструкциях РФ, относятся: пенополистирольные плиты, легкие бетоны, теплоизоляционные композиции из укрепленных вяжущими местными материалами (грунтов) или отходов промышленности и пористых заполнителей (керамзит, перлит, аглопорит, гранулы полистирола, измельченные отходы пенопласта) и др. [3,4,5,6]. Данные материалы способны снизить глубину промерзания, тем самым минимизировать процессы морозного пучения.

Современные подходы к выбору теплоизоляционных материалов для дорожного строительства далеко не всегда демонстрируют необходимую эффективность борьбы с морозным пучением. Улучшение состояния транспортной инфраструктуры предполагает совершенствование подходов к

проектированию морозозащитных слоев и детального исследования влияния теплоизоляционных материалов на регулирование глубины промерзания грунта земляного полотна.

Разработка экспериментального стенда

С целью изучения влияния морозозащитного слоя на глубину промерзания дорожной конструкции в лаборатории тепломассообменных явлений ИКЗ СО РАН был разработан

экспериментальный стенд, который позволяет в лабораторных условиях моделировать процессы промерзания/оттаивания грунтов земляного полотна и проводить измерения температурного режима и механической устойчивости многослойных конструкций автомобильных дорог.

Внешний вид экспериментального стенда представлен на рисунке 1. Общая схема приведена на рисунке 2.



Рис. 1. Внешний вид экспериментального стенда: А – основная часть экспериментального стенда, Б – контрольно-измерительное оборудование

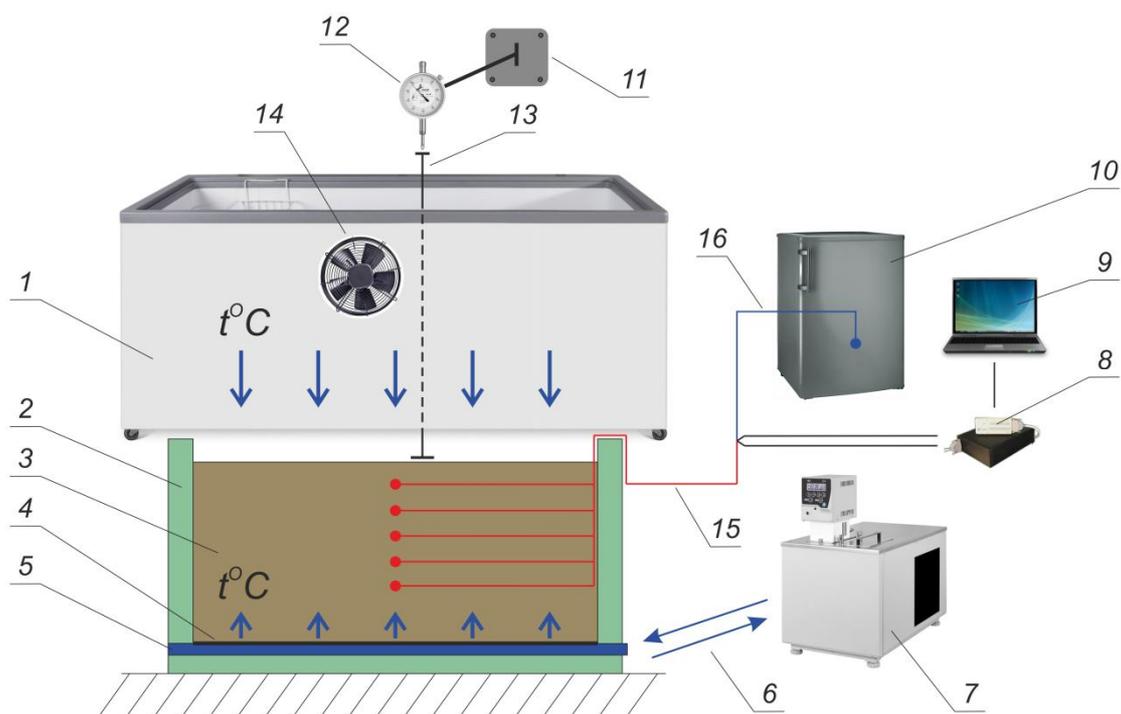


Рис. 2. Общая схема экспериментальной установки: 1 – морозильная камера, 2 – камера с моделируемой конструкцией инженерного сооружения (вертикальный разрез), 3 – грунт, 4 – металлическая пластина, 5 – трубчатая охлаждающая система, 6 – входящий и исходящий патрубки подачи хладагента, 7 – термостат, 8 – измеритель температуры многоканальный, 9 – ноутбук, 10 – холодильная камера, 11 – устройство крепления индикатора часового типа, 12 – индикатор часового типа, 13 – металлический прут, 14 – вентилятор (внутри морозильной камеры), 15 – шлейф с измерительными спаями разностных термопар, 16 – шлейф с нулевыми спаями разностных термопар

Основным элементом экспериментального стенда является камера с открытым верхом 4, в которой в качестве исследуемых образцов, размещаются фрагменты моделируемых дорожных конструкций. Размер лотка составляет 900 × 500 × 550 мм. Земляное полотно 3 в лотке устраивается путем послойной укладки грунта с заданными характеристиками. Остальные конструкционные слои в дорожной модели варьируются в зависимости от поставленной задачи.

Через верхнюю открытую часть камеры 4 происходит промораживание дорожной модели с помощью морозильной камеры 1. Предварительно дно морозильной камеры было удалено в соответствии с размерами верхней части лотка. Морозильная камера устанавливалась сверху на лоток. Дополнительно, чтобы исключить вероятность свободного теплообмена между воздухом в лаборатории и исследуемой моделью дороги предприняты следующие мероприятия:

1) Боковые поверхности лотка снаружи и изнутри теплоизолированы

пенополистирольными плитами толщиной 30 мм и 100 мм соответственно.

2) Стыки между боковыми гранями пенополистирольных плит и дном лотка были герметизированы.

3) Образовавшиеся пустоты между морозильной камерой 1 и лотком 4 закрыты тканым теплоизоляционным материалом.

С целью равномерного промораживания грунтового массива в морозильной камере производилось перемешивание воздушного массива с помощью вентилятора 14, подключенного к сети через частотный преобразователь, позволяющий регулировать скорость вращения лопастей.

Для того чтобы избежать большой градиент между температурой нижней точки грунта и температурой воздуха в морозильной камере и приблизить условия к натурным, с нижней стороны лотка осуществляется поддержание постоянной температуры через специально оборудованную систему охлаждения. Данная система представляет собой жидкостный низкотемпературный термостат 7, необходимый для поддержания заданной

температуры термостатирующей жидкости на протяжении всего эксперимента, и охлаждающий контур 5, состоящий из восьми медных трубок диаметром 10 мм, вмонтированных в верхнюю часть плиты из пенополистирола толщиной 100 мм. Между собой трубки соединены силиконовыми шлангами. Плита из пенополистирола расположена между камерой и бетонным полом в лаборатории с целью предотвращения теплопотерь. Передача холода от термостата осуществляется посредством входящего и исходящего патрубков 6 теплоносителем – ТОСОЛ А-40, способным работать при температуре до -40°C без потери своих свойств. Выбор данного теплоносителя связан с тем, что работа может осуществляться в отрицательных температурах. Используемая модель жидкостного низкотемпературного термостата «КРИО-ВТ-01» позволяет задавать температуру хладагента от -30°C до $+100^{\circ}\text{C}$ с точностью до $0,01^{\circ}\text{C}$. Поддержание заданной температуры теплоносителя осуществляется электронным регулятором. С целью равномерного распределения температуры по нижней грани моделируемой дорожной конструкции дно камеры выполнено из цельного металлического листа, расположенного между грунтом и охладительными медными трубками.

Таким образом, создаются условия промерзания только с верхней части модели дорожной конструкции. С нижней стороны задается постоянная температура. Модель в таком исполнении максимально приближена к реальным условиям промерзания дорожной конструкции в холодный период года.

Для накопления фактических данных по температурному режиму были изготовлены и установлены в опытные дорожные модели высокоточные датчики температуры – разностные термопары, позволяющие фиксировать температуру с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Термопары закладываются по оси перпендикулярно горизонта в центральной части опытной модели через 25 мм совместно с послойной отсыпкой грунта на поверхности отсыпаемого слоя. Каждой термопаре присваивается порядковый номер. Все датчики подключены к аналого-цифровому преобразователю, который служит для обработки и преобразования сигналов от термопары и вывода данных на ПК. Запись значений температуры осуществляется каждую минуту. Записанные данные автоматически передаются и записываются на компьютер.

Фиксация величины морозного пучения осуществляется при помощи измерителя перемещений 12 с точностью измерения $0,01$ мм. Измеритель перемещений представляет собой индикатор часового типа (ИЧ-10). Измеритель перемещений с одной стороны жестко крепится к стене лаборатории. Показания перемещений от морозного пучения передавались через металлический прут 13 опертый непосредственно на модель дорожной конструкции. Нижняя часть прута выполнена в виде пластины.

Показания с индикатора часового типа снимаются с помощью фотофиксации циферблата 2 раза в сутки с разницей в 12 часов. Данные обрабатываются в лаборатории и заносятся в дневник учета показаний.

Выводы

Разработанный экспериментальный стенд позволяет:

1) Изучить температурный режим конструкций инженерных сооружений.

2) Предоставить количественные данные о процессах, возникающих в конструкциях инженерных сооружений при сезонном промерзании/оттаивании.

3) Оценить эффективность разных теплоизоляторов, используемых в качестве морозозащитного слоя в конструкциях автомобильных дорог.

4) Сравнить различные варианты дорожных конструкций по условию морозоустойчивости.

5) Охватить широкий круг исследуемых задач: возможность вариаций темпом замораживания/оттаивания; моделирование различных конструкций инженерных сооружений – подбор толщин слоев, грунтов земляного полотна, теплоизоляционных материалов; широкий интервал рабочих температур; высокая степень автоматизации при проведении эксперимента и т. д.

Экспериментальный стенд позволяет многократно воспроизвести эксперимент с наблюдением идентичных условий, что практически невозможно сделать на реальных объектах. Предлагаемый способ экономичней, доступней и быстрее чем в натуральных условиях на автомобильной дороге.

Полученные результаты могут служить основой для решения практических задач, связанных со строительством и эксплуатацией инженерных сооружений, расположенных в районах с сезонным промерзанием.

Библиографический список

1. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012 N 266) из информационного банка "Строительство".
2. Ефименко, В.Н. Обеспечение морозостойчивости дорожных одежд в районах Западной Сибири / В.Н. Ефименко, М.В. Бадина // Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений: материалы I Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – Кн. 1. – С. 164–170.
3. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. – М.: Информавтор, 2001. – 145 с.
4. Рувинский, В.И. Эффективность применения пенопласта в дорожном строительстве России. – М.: Транспорт, 1996. – 72 с.
5. Meyer M., Emersleben A. Einsatzmöglichkeiten von recyceltem Altglas im Verkehrswegebau. Recycling und Rohstoffe. B. 3. Berlin, Verlag, 2010. pp. 441–451.
6. Oiseth, E., Aabøe R., Hoff I. Field Test Comparing Frost Insulation Materials in Road Construction, Conference Proceedings, 2006, available at: http://www.vegvesen.no/_attachment/110441/binary/192536.

ROAD EMBANKMENT MODEL WITH HEAT INSULATING LAYER AT FREEZE/THAW CONDITIONS

E. A. Korotkov, K.S. Ivanov

Abstract. The experimental setup for testing road embankment with heat insulating layer at freeze/thaw conditions is given. The setup makes possible to research an effect of heat insulating layer on soil temperature distribution and deformations of freezing layer. An estimation of the affectivity of various heat-insulating materials is possible also.

Keywords: experimental setup, heat-insulating materials, frost heaving.

References

1. SP 34.13330.2012. Svod pravil. Avtomobil'nye dorogi. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 2.05.02-85* (utv. Prikazom Minregiona Rossii ot 30.06.2012 N 266) iz informacionnogo banka "Stroitel'stvo".

2. Efimenko V.N., M.V. Badina Obespechenie morozoustojchivosti dorozhnyh odezhd v rajonah Zapadnoj Sibiri [Providing hardness pavements in regions of Western Siberia]. *Problemy proektirovanija, stroitel'stva i jekspluatcii transportnyh sooruzhenij: materialy I Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh učenyh*, Omsk: Izd-vo SibADI, 2006. Kn. 1. – pp. 164–170.

3. ODN 218.046-01. Proektirovanie nezhestkih dorozhnyh odezhd. Gosudarstvennaja sluzhba dorozhnogo hozjajstva Ministerstva transporta Rossijskoj Federacii [ODN 218.046-01 (2001) "Design of non-rigid pavements. Public service road of the Ministry of Transport"]. Moscow, Informavtor, 2001. 145 p.

4. Ruvinskij V.I. *Jeffektivnost' primenenija penoplasta v dorozhnom stroitel'stve Rossii* [The effectiveness of the foam in road construction in Russia]. Moscow, Transport, 1996. 72 p.

5. Meyer M., Emersleben A. Einsatzmöglichkeiten von recyceltem Altglas im Verkehrswegebau. Recycling und Rohstoffe. B. 3. Berlin, Verlag, 2010. pp. 441–451.

6. Oiseth, E., Aabøe R., Hoff I. Field Test Comparing Frost Insulation Materials in Road Construction, Conference Proceedings, 2006, available at: http://www.vegvesen.no/_attachment/110441/binary/192536.

Коротков Евгений Анатольевич (Россия, г. Тюмень) – аспирант; Институт криосферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук; АНО «Губернская академия» (625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86, e-mail: the_djon@bk.ru).

Иванов Константин Сергеевич (Россия, г. Тюмень) – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт криосферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук; АНО «Губернская академия» (625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86, e-mail: sillicium@bk.ru).

Korotkov Evgenij Anatolievich (Russian Federation, Tyumen) – graduate student, Institute of the Earth's cryosphere of the Russian Academy of Sciences' Siberian branch; ANO "Provincial Academy" (625000, Tyumen, Malygina St., 86, e-mail: the_djon@bk.ru).

Ivanov Konstantin Sergeevich (Russian Federation, Tyumen) – candidate of technical sciences, senior researcher, Institute of the Earth's cryosphere of the Russian Academy of Sciences' Siberian branch; ANO "Provincial Academy" (625000, Tyumen, Malygina St., 86, e-mail: sillicium@bk.ru).

УДК 624.046

ЖИВУЧЕСТЬ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ СО СВЯЗЕВЫМ КАРКАСОМ

Ю.В. Краснощёков, С.О. Мельникова, А.А. Екимов
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье приведены результаты исследования живучести здания со связевым каркасом как свойства конструктивной системы, снижающего опасность прогрессирующего (лавинообразного) разрушения при аварийных воздействиях. Рассмотрена модель живучести для реализации в рамках метода расчета по предельным состояниям. Сделан вывод о возможности применения связевых каркасов для зданий класса КС-2 в аварийной ситуации, связанной с отказом отдельных колонн, при условии усиления перекрытий. Приведен пример расчета здания на живучесть с усилением перекрытий канатными затяжками.

Ключевые слова: надежность, живучесть, аварийная ситуация, особые воздействия, связевой каркас, гибкая нить.

Введение

В последнее время проблема живучести широко обсуждается на конференциях и в печати с целью разработки правил проектирования зданий и сооружений при возникновении аварийных ситуаций [1]. Тем не менее, до сих пор термин «живучесть» применительно к строительным объектам не стандартизован. По определению проф. В.Д. Райзера, живучесть – это свойство конструкций сохранять при аварийных воздействиях способность к выполнению основных функций, не допуская лавинообразного (каскадного) развития возмущений и отказов. Сюда можно лишь добавить, что это системное свойство [2]. Исходя из этого определения, для обеспечения живучести здания или сооружения необходимо исключить прогрессирующее разрушение.

Причинами прогрессирующего (лавинообразного) разрушения объектов строительства являются локальные разрушения конструктивных элементов при воздействии аварийных и чрезвычайных ситуаций, к которым относятся взрывные, ударные и сейсмические динамические воздействия, а также нагрузки, являющиеся последствиями пожара, карстовых провалов, несанкционированных перепланировок и т.п.

Расчет на прогрессирующее разрушение производится для зданий и сооружений класса КС-3 и КС-2 с массовым нахождением людей. Рекомендуемый перечень зданий и сооружений с массовым нахождением людей приведен в приложении Б стандарта [3]. К ним отнесены, в частности, здания (жилые, офисные, административные, общественные

и др.) высотой 5 этажей и более. Для таких зданий часто применяют типовые конструктивные системы связевого каркаса из сборных железобетонных элементов [4].

Возможность использования конструктивных систем связевого каркаса для зданий и сооружений класса КС-2 с массовым нахождением людей требует специального исследования на живучесть. В данной статье решается задача обеспечения живучести таких зданий при отказе колонн.

Расчетные модели живучести

Здание или сооружение следует проектировать таким образом, чтобы в случае разрушения любого отдельного элемента весь объект или его наиболее ответственная часть сохраняла работоспособность в течение периода времени, достаточного для принятия срочных мер (например, эвакуации людей при пожаре). Безотказность этих элементов должна обеспечивать строительный объект от полного разрушения при аварийных воздействиях, даже если его дальнейшее использование по назначению окажется невозможным без капитального ремонта [5].

Различают две модели живучести: детерминированную и вероятностную.

Детерминированная (полувероятностная) модель, реализованная в методе предельных состояний, предполагает анализ напряженно-деформированного состояния конструктивной системы с оценкой прочности и устойчивости при разрушении одного или нескольких несущих элементов (моделирование возможной ситуации разрушения) [6,7]. В работе [6] приведены результаты моделирования пространственного покрытия спортивного сооружения. Анализ напряженно-

деформированного состояния покрытия с удаленными элементами выполняли при действии нормативных значений постоянных и длительных составляющих временных нагрузок с учетом динамического эффекта. Подобную модель предлагал для третьей группы предельных состояний (по живучести) В.Д. Райзер [8].

Критериями вероятностных моделей являются показатели надежности (безотказности). Таким показателем может быть, например, индекс надежности метода двух моментов, который определяется по формуле

$$\beta = (\bar{R} - \bar{F}) / \sqrt{s_R^2 + s_F^2}, \quad (1)$$

где \bar{R} и \bar{F} - математические ожидания несущей способности и нагрузки; s_R^2 и s_F^2 - дисперсии несущей способности и нагрузки.

В.Д. Райзер предлагает для оценки живучести использовать индекс живучести в виде

$$I = \frac{\beta_{INT}}{\beta_{INT} - \beta_D}, \quad (2)$$

где β_{INT} , β_D - индексы надежности неповрежденной и поврежденной конструкции.

Применение вероятностных моделей требует нормирования индексов надежности и живучести (установления предельных значений для различных ситуаций). Приведенные значения индексов, на наш взгляд, удачно характеризуют отличие понятий надежности и живучести.

В общем случае расчет на живучесть сводится к расчету устойчивости здания и сооружения против прогрессирующего разрушения с учетом пластических деформаций при предельных нагрузках. В работе [9] предлагается выполнять расчет на живучесть в 2 этапа. На первом этапе производится расчет в эксплуатационной стадии, предшествующей локальному разрушению. Расчет с выключенными элементами выполняется на втором этапе с учетом физической и геометрической нелинейности на действие нагрузки от усилия, определенного на первом этапе с увеличением на коэффициент, учитывающий динамический эффект локального разрушения. По мнению авторов, такой расчет является компьютерным моделированием процесса приспособления конструкции к новой расчетной ситуации.

При исследовании живучести каркасных зданий с рамной схемой обеспечения пространственной жесткости обычно рассматривается случай отказа одной из колонн нижнего этажа. В результате больших перемещений конструкция может адаптироваться к новой ситуации с возможным изменением расчетной схемы. При этом расчетная схема перекрытия над удаленной колонной в связи с большими перемещениями рассматривается в виде мембраны.

В работе [10] показано, что в каркасных зданиях с безбалочными железобетонными перекрытиями при превышении определенных размеров сетки колонн определяющим является расчет против прогрессирующего разрушения с учетом пластических деформаций при предельных нагрузках. При этом принимаются во внимание только особые сочетания нагрузок, включающие постоянные и длительные временные нагрузки с коэффициентами сочетания, и надежности равными единице, а также наиболее опасные схемы локального разрушения. Величины перемещений (прогибов) и ширина раскрытия трещин в конструкциях не регламентируются, а устойчивость должна быть обеспечена при минимальной жесткости конструктивных элементов и узловых соединений, соответствующих максимально допустимым деформациям бетона и арматуры. Критерии несущей способности в этом случае те же, что и в обычных расчетах по предельным состояниям.

В настоящее время расчетом по методу предельных состояний обеспечивают надежность зданий и сооружений. В последней редакции стандарта [3] кроме первой и второй групп предельных состояний предусмотрены предельные состояния, возникающие при особых воздействиях и ситуациях, превышение которых приводит к разрушению сооружений с катастрофическими последствиями.

Особые воздействия подразделяют на нормируемые (например, сейсмические) и аварийные, возникающие, например, при отказе работы несущего элемента конструктивной системы. Особые воздействия включаются в особые сочетания нагрузок, в которых допускается не учитывать кратковременные нагрузки.

Считается, что особые нагрузки и воздействия создают аварийные ситуации. Поэтому при расчете на особые воздействия должна быть рассмотрена аварийная

расчетная ситуация, соответствующая исключительным условиям работы сооружения, которые могут привести к существенным социальным, экологическим и экономическим потерям.

Расчетные значения особых нагрузок устанавливаются в нормативных документах и заданиях на проектирование с учетом возможных потерь в случае разрушения сооружений.

Рассмотрен пример использования детерминированной модели для исследования живучести здания со связевым каркасом.

Принята двухпролетная пятиэтажная пространственная рама связевого каркаса с ригелями перекрытий в одном направлении и связевыми плитами в другом (рис. 1). Узлы соединения ригелей и плит с колоннами в связевых каркасах приняты шарнирными. Сетка колонн 6×6 м, высота этажей 3 м. Сечения ригелей приняты 6×0,15 м (для учета собственного веса конструкции перекрытия) и колонн 0,4×0,4 м. Кроме собственного веса на ригели приложена равномерно распределенная вертикальная нагрузка. Полное расчетное значение этой нагрузки составляет 40 кН/м, нормативное длительное значение 25 кН/м, что примерно соответствует уровню нагружения перекрытий жилых и административных зданий.

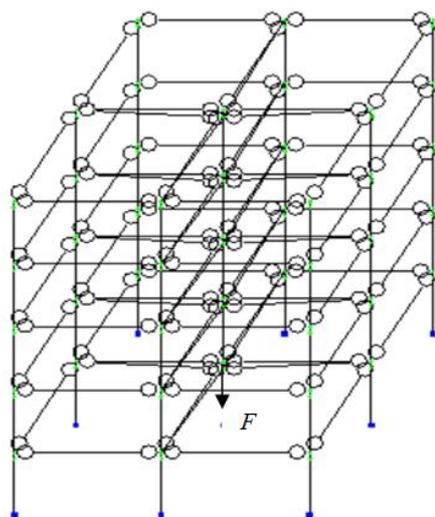


Рис. 1. Расчетная схема связевого каркаса при отказе нижней средней колонны

Расчет выполнялся с учетом аварийного выхода из строя средней нижней колонны. Динамический эффект, вызванный внезапным удалением из расчетной схемы колонны, не учитывался.

При удалении колонны связевого каркаса система становится геометрически изменяемой, поэтому сделан вывод, что отказ колонн без изменения конструктивных решений, прежде всего конструкции соединения ригелей с колоннами, не допустим. Чтобы ригели с двукратным увеличением пролета были работоспособными, необходимо переходить от шарнирных узлов к жестким, а это значит связевая схема каркаса невозможна.

Возможно усиление каркаса без изменения элементов перекрытий с использованием идеи подвески колонн на жесткие или гибкие ростверки. В качестве жестких ростверков могут быть пространственные фермы, располагаемые через определенное число ярусов (этажей). Элементами гибких ростверков являются канаты (ванты), пронизывающие все колонны. Преимущество гибких ростверков заключается не только в меньшем расходе высокопрочных материалов, но и в значительном ослаблении динамического эффекта в результате отказа колонн.

При усилении каркаса затяжками из арматурных стержней (канатов), их располагают по осям здания в уровне перекрытий и закрепляют в крайних колоннах. При отказе одной из колонн расположенные выше её остальные колонны оказываются как бы подвешенными на затяжках. Одновременно с отказом колонны затяжки усиления включаются в работу по схеме гибкой нити (струны) длиной 2l, нагруженной сосредоточенной силой F в середине пролета, равной сжимающему усилию в удаляемой колонне (рис. 2).

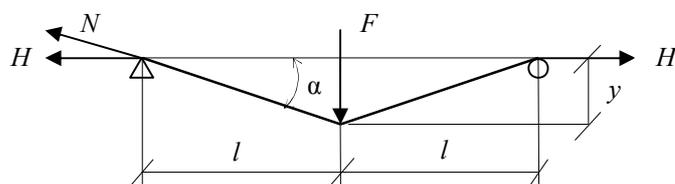


Рис. 2. Расчетная схема гибкой нити

Горизонтальное распорное усилие H, действующее на колонны в узлах закрепления арматуры усиления (затяжки) с осевой жесткостью EA, определяется по известной формуле

$$H = \sqrt[3]{\frac{F^2 EA}{8}} \quad (3)$$

Принимая в первом приближении равенство усилия распора и несущей способности затяжки $N = R_{sn}A$, получим из (3) требуемую площадь сечения затяжки

$$A_{тр} \approx \frac{F}{R_{sn}} \sqrt{\frac{E}{8R_{sn}}}, \quad (4)$$

где R_{sn} – нормативное сопротивление стали затяжки.

Прогиб нити в точке приложения силы

$$y = \frac{Fl}{\gamma H}. \quad (5)$$

Требуемая площадь сечения затяжки уточняется при $N = (H^2 + F^2/4)^{1/2}$.

В результате расчета рамы на аварийную нагрузку получено усилие в нижней средней колонне 2220 кН. При выключении этой колонны и усилении перекрытий на каждом этаже на затяжки одного этажа действует сосредоточенная сила $F = 2220/5 = 444$ кН. Модуль упругости стальных канатов $E = 180000$ МПа, нормативное сопротивление $R_{sn} = 1300$ МПа. В первом приближении $A_{mp} = 14,21$ см². По формуле (3) усилие распора $H = 1847$ кН и $N = 1900$ кН. Уточненное значение $A_{mp} = 14,61$ см². Принимаются 2Ø42 К7 при $A = 16,3$ см² (в каждом направлении по одному канату). Прогиб затяжки $y = 0,72$ м.

При моделировании рамы в ПК Лира 9.6 с применением конечных элементов КЭ 10 и КЭ 310 получены следующие результаты: прогиб затяжки $y = 0,55$ м; усилие в затяжках $N = 1619$ кН; усилие в нижней крайней колонне 1498 кН (2Ø36). При отказе колонн с включением в работу затяжек в ригелях возникают дополнительные сжимающие усилия, соизмеримые по абсолютной величине с растягивающими усилиями в затяжках (1600 кН).

Заключение

Применение конструкций связевого каркаса возможно в аварийных ситуациях с отказами колонн при условии усиления перекрытий затяжками, размещенными по осям колонн здания. Затяжки пронизывают все колонны вдоль осей через специально устроенные отверстия и работают по схеме гибкой нити. Конструктивные элементы железобетонных перекрытий (ригели, плиты) при этом принимаются без изменений.

Библиографический список

1. Райзер, В.Д. К проблеме живучести зданий и сооружений / В.Д. Райзер // Строительная механика и расчет сооружений. – 2012. – №5. – С. 77-78.

2. Краснощеков, Ю.В. Научные основы исследований взаимодействия элементов железобетонных конструкций / Ю.В. Краснощеков. – Омск: СибАДИ, 1997. – 276 с.

3. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2015. – 14 с.

4. Серия 1.020-1/87. Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных зданий.

5. Перельмутер, А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций / А.В. Перельмутер. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 256 с.

6. Кудишин, Ю.И. К вопросу о живучести строительных конструкций / Ю.И. Кудишин, Д.Ю. Дробот // Строительная механика и расчет сооружений. – 2008. – №2. – С. 36-43.

7. Свентиков, А.А. Оценка прогрессирующего разрушения пространственных висячих стержневых покрытий / А.А. Свентиков // Строительная механика и расчет сооружений. – 2010. – №5. – С. 34-38.

8. Райзер, В.Д. Теория надежности сооружений / В.Д. Райзер. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 384 с.

9. Назаров, Ю.П. К проблеме обеспечения живучести строительных конструкций при аварийных воздействиях / Ю.П. Назаров, А.С. Городецкий, В.Н. Симбиркин // Строительная механика и расчет сооружений. – 2009. – №4. – С. 5-9.

10. Тихонов, И.Н. Расчет и конструирование железобетонных монолитных перекрытий зданий с учетом защиты от прогрессирующего обрушения / И.Н. Тихонов, М.М. Козелков // Бетон и железобетон. – 2009. – №3. – С. 2-8.

VITALITY HIGH-RISE BUILDING WITH SVJASEVA FRAMES

Yu.V. Krasnoschekov, S.O. Melnikova, A.A. Ekimov

Abstract. The article presents the results of a study of survivability of the building with a link-tion frame as the properties of the structural system, reduces the risk of progression-ating (avalanche) failure during emergency actions. The model of vitality for the implementation within the method of calculation of the ultimate limit state. The conclusion about the possibility of the use of bond frames for class CS-2 buildings in emergency si-tuations related to the failure of individual columns, provided strengthening overlaps. The example of calculation of the building on the vitality with increased overlap cable puffs.

Keywords: reliability, survivability, emergency, special effects, Svjaseva framework, strengthening floors.

References

1. Rajzer V.D. K probleme zhivuchesti zdaniy i sooruzhenij [On the problem of survivability of buildings and structures]. *Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij*, 2012, no 5. – pp. 77-78.

2. Krasnoschekov Ju.V. *Nauchnye osnovy issledovanij vzaimodejstvija jelementov zhelezobetonnyh konstrukcij* [Scientific bases of

researches of interaction of elements of reinforced concrete designs]. Omsk: SibADI, 1997. 276 p.

3. GOST 27751-2014. Nadezhnost' stroitel'nyh konstrukcij i osnovanij. Osnovnye polozenija [State standart 27751-2014. Reliability of constructions and foundations. The main provisions]. Moscow, Standartinform, 2015. 14 p.

4. Serija 1.020-1/87. Konstrukcii karkasa mezhhvidovogo primenenija dlja mnogojetazhnyh zdaniij [Series 1.020-1 / 87. Construction of interspecific application framework for multi-storey buildings].

5. Perel'muter A.V. Izbrannye problemy nadezhnosti i bezopasnosti stroitel'nyh konstrukcij [Selected problems of reliability and safety of building structures]. Moscow, Izdatel'stvo ASV, 2007. 256 p.

6. Kudishin Ju.I., Drobot D.Ju. K voprosu o zhivuchesti stroitel'nyh konstrukcij [On the issue of survivability of building structures]. *Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij*, 2008, no 2. pp. 36-43.

7. Sventikov A.A. Ocenka progressirujushhego razrushenija prostranstvennyh visjachih sterzhnevnyh pokrytij [Evaluation of progressive failure of spatial hanging rod in coatings]. *Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij*, 2010, no 5. pp. 34-38.

8. Rajzer V.D. Teorija nadezhnosti sooruzhenij [Reliability theory structures]. Moscow, Izdatel'stvo ASV, 2010. 384 p.

9. Nazarov Ju.P. K probleme obespechenija zhivuchesti stroitel'nyh konstrukcij pri avarijnyh vozdeystvijah [Simbirkin V.N. On the problem of ensuring the survivability of constructions for emergency actions]. *Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij*, 2009, no 4. pp. 5-9.

10. Tihonov I.N., Kozelkov M.M. Raschet i konstruirovanie zhelezobetonnyh monolitnyh perekrytij zdaniij s uchetom zashhity ot progressirujushhego

obrushenija [Calculation and design of reinforced concrete monolithic slabs of buildings, taking into account the protection of the progressive collapse]. *Beton i zhelezobeton*, 2009, no 3. pp. 2-8.

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

Мельникова Светлана Олеговна (Россия, г. Омск) – магистрант, ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: svetamelnikova93@yandex.ru).

Екимов Александр Александрович (Россия, г. Омск) – магистрант, ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: ekimovalex90@gmail.com).

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

Melnikova Svetlana Olegovna (Russian Federation, Omsk) – undergraduate, of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: svetamelnikova93@yandex.ru).

Ekimov Alexander Aleksandrovich (Russian Federation, Omsk) – undergraduate, of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: ekimovalex90@gmail.com).

УДК 624.072.21.012.4.046

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОТЕРИ МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В ОПОРНОЙ ЗОНЕ СБОРНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРОФИЛИРОВАННЫХ НЕСУЩИХ ОБОЛОЧЕК

Л.В. Красотина

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. Обоснована инженерная методика расчета критических напряжений потери местной устойчивости в опорной зоне незамкнутых сборных профилированных несущих цилиндрических геометрически ортотропных оболочек на основе математического моделирования контактной краевой задачи конструкционного типа. Выявлены принципиальные отличия существующих расчетных методик от предложенной в работе. Сделаны выводы о возможности использования разработанной методики для любых типов рассматриваемого типа оболочек. Приводятся результаты комплекса экспериментальных работ по натурному моделированию процесса потери местной устойчивости элементами профилей.

Ключевые слова: метод конечных элементов, сборная профилированная несущая цилиндрическая оболочка, гофрированный отсек; критические напряжения потери местной устойчивости; плоские и криволинейные участки профиля.

Введение

В современных условиях возрос интерес к сборным профилированным несущим оболочкам [1]. Это связано с усовершенствованием технологий их производства, появлением новых материалов, улучшающих прочностные характеристики данных конструкций, а так же развитием программных продуктов, реализующих МКЭ.

Но проектирование таких оболочек является непростой задачей, требующей на предпроектном этапе решения многопараметрической задачи, что сдерживает применение этих прогрессивных конструкций. На этапе эскизного проектирования рассматриваемых конструкций необходимо учесть геометрию конструкции (радиус кривизны, тип профиля, толщину профиля), технологические возможности ее изготовления, внешнюю нагрузку и ее сочетания и т.д. [2].

Учитывая большое количество входных параметров, длительный процесс моделирования оболочек, значительное время расчета конечноэлементных моделей, проводить варианты расчеты для выявления рациональной конструкции методом конечных элементов сложно и неэффективно [3].

Инженерная методика определения критических напряжений потери местной устойчивости

Одной из задач проектирования часто применяемых незамкнутых сборных профилированных несущих цилиндрических оболочек является необходимость учета значительных продольных усилий в опорных зонах.

В связи с этим, необходимо рассматривать вопрос о возможной потере местной устойчивости элементами профиля проектируемой оболочки.

В нормах по проектированию стальных конструкций [4] рекомендаций по расчету на местную устойчивость внецентренно сжатых и сжато - изгибаемых участков тонкостенных геометрически ортотропных оболочек не приводится.

Аналитически получить результат определения критических напряжений можно только для профилей с четко выраженными граничными условиями, например, для тонкостенной квадратной трубы. Для рассматриваемых же профилей сортамента [5], состоящих из плоских и криволинейных участков, граничные условия закрепления сложнее, а значения критических напряжений

потери местной устойчивости необходимо определять с учетом взаимодействия плоских и радиусных участков гофра. В этом случае аналитическое решение громоздко и практически нереализуемо.

Простейший прием теоретической оценки критических напряжений состоит в расчленении профиля на отдельные пластинчатые элементы (плоские и криволинейные) с последующим определением для каждого из них критических напряжений при подходящих граничных условиях.

Известно, что потеря устойчивости плоских участков гофра не вызывает разрушения конструкции, поскольку плоская пластина после потери устойчивости продолжает нести нагрузку. Потеря устойчивости криволинейными участками гофра, как правило, соответствует разрушению. Поэтому предварительный расчет на местную устойчивость опорной зоны незамкнутых сборных профилированных несущих цилиндрических оболочек можно свести к определению критических напряжений потери местной устойчивости в криволинейных участках гофра.

Данная методика лежит в основе расчета на местную устойчивость гофрированных отсеков в ракетостроении и изложена в [6].

Критические напряжения сжатия в упругой области для криволинейных участков гофра можно определить по формуле [1]:

$$\sigma_{кр} = kE \frac{h_2}{r}, \quad (1)$$

где h_2 - толщина гофра; r - радиус сечения гофра; E - модуль упругости материала профиля.

Для гофров с отношением радиуса к толщине $r/h_2=20...100$, используемых для сухих гофрированных отсеков в ракетостроении, по рекомендациям [6] приближенно можно принять $k=0,150$.

Но сборные профилированные несущие оболочки рассматриваемого сортамента [5] существенно отличаются от гофрированных отсеков, используемых в ракетостроении, поперечной гофрировкой, геометрией гофров, способом приложением нагрузки и отношением радиуса гофра к его толщине r/t_2 (рис.1). Так, например, для рассматриваемых оболочек отношение r/t_2 варьируется от 3 до 8, а для гофрированных отсеков - $r/t_2=20...100$ [6].

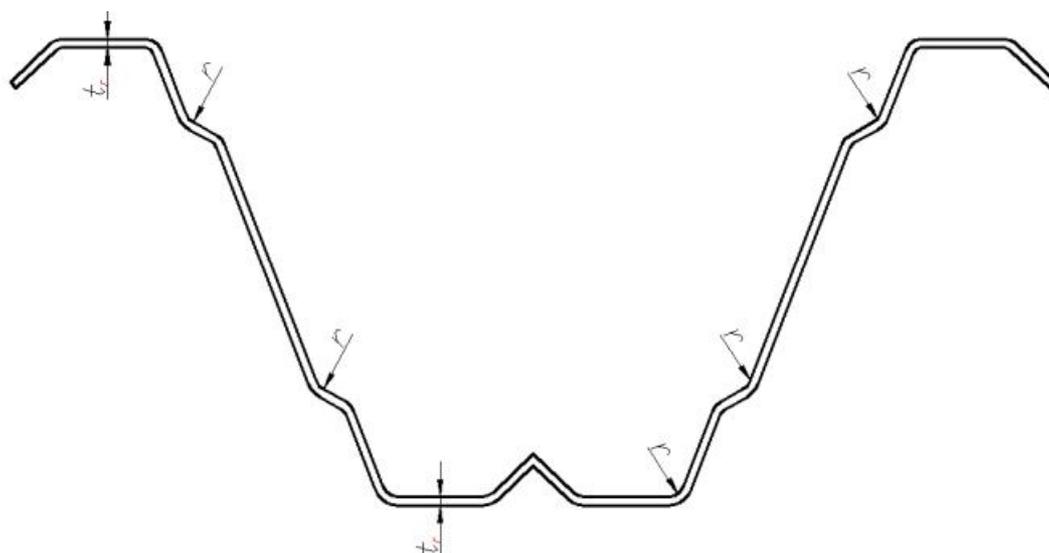


Рис.1. Фрагмент поперечного сечения профиля А-Н107

Ввиду существенных конструктивных отличий сборных профилированных несущих цилиндрических оболочек от используемых в ракетостроении, для определения критических напряжений потери местной устойчивости криволинейными участками гофра по зависимости (1), необходимо определить коэффициент k для рассматриваемого типа оболочек. Для решения поставленной задачи в ПК «NX NASTRAN» [7] были построены КЭ-модели гофра оболочки (рис. 2), определены усилия, при которых теряет устойчивость криволинейная часть гофра и выявлены напряжения потери местной устойчивости $\sigma_{кр}$ с последующим определением коэффициента k для каждого типа профиля и возможных толщин рассматриваемого сортамента [5].

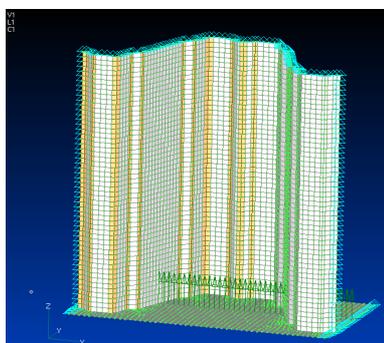


Рис. 2. КЭМ гофра профиля А-Н107

Расчеты выполнялись в линейной постановке с использованием блока линейного анализа устойчивости «*Bucling*». В результате расчетов определены усилия, при которых происходит потеря местной устойчивости криволинейными участками гофра и выявлены напряжения потери местной устойчивости $\sigma_{кр}$ с последующим определением коэффициента k для каждого типа профиля сортамента [5] и всех возможных толщин. Коэффициент k определен в зависимости от типа профиля и его толщины t_2 . Например, для профиля А-Н107 k можно определить по зависимости:

$$k = 0,027t_2 - 0,007. \quad (2)$$

В результате исследований выявлено, что для всех рассмотренных профилей с толщиной гофра $t_2 > 0.8$ мм критические напряжения потери местной устойчивости выше предела текучести материала.

На рисунке 3 в КЭ-модели гофра выделена группа криволинейных участков гофра для удобства определения в них напряжений потери местной устойчивости $\sigma_{кр}$. Группа криволинейных участков гофра фрагментирована, что позволяет четко зафиксировать 1-ую форму потери их устойчивости.

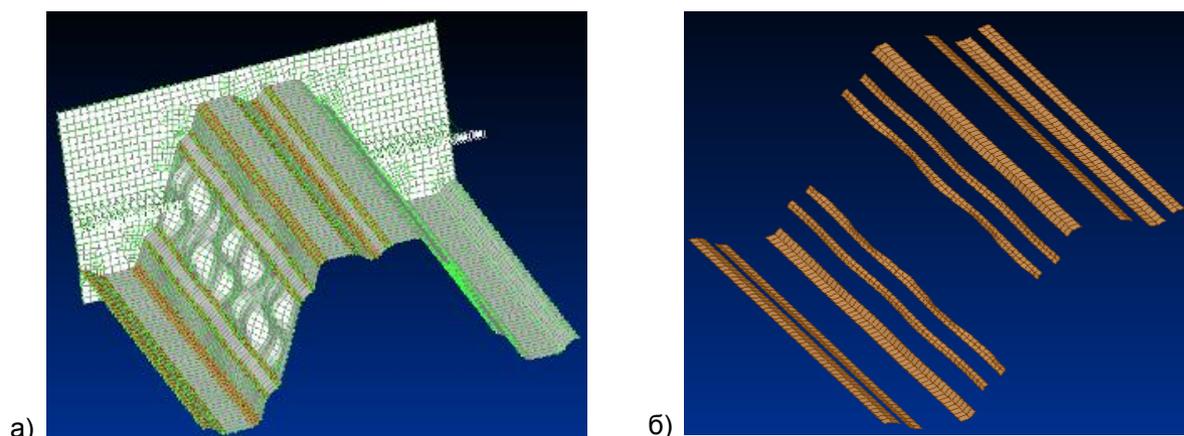


Рис. 3. Потеря местной устойчивости плоскими и криволинейными участками гофра; а – КЭ-модель гофра профиля А-Н107; б- потеря устойчивости фрагментированной группы криволинейных участков гофра

Результаты определения критических напряжений потери местной устойчивости и численных значений коэффициентов k для

профиля А-Н107 толщиной от 0,7 до 1,5 мм приведены в таблице 1.

Таблица 1 – $\sigma_{кр}$ и k для профиля А-Н107

Значения толщины профиля, t_e мм	$\sigma_{кр}$, МПа	k
0,7	235,31	0.011
0,8	312,52	0.015
0,9	345,12	0.016
1,0	422,35	0.021
1,2	547,85	0.026
1,5	711,99	0.033

Для выявления влияния размеров КЭ-модели, в частности, количества гофров, на определение критических напряжений потери местной устойчивости, был проведен численный эксперимент. Создана КЭ-модель фрагмента опорной зоны оболочки шириной 1 м, наложены граничные условия 1-го рода, в том числе моделирующие совместную работу рассматриваемого фрагмента в составе конструкции покрытия в целом (рис. 4а). Фрагмент оболочки загружен аналогично варианту с одной волной профиля.

В результате анализа результатов расчетов выявлено, что проявление местной

потери устойчивости элементов только в одной стенке профиля метровой ширины, содержащего в своем составе восемь стенок (рисунок 4б) обусловлено погрешностями геометрии сечения профиля, не абсолютной жесткостью торцевого элемента и неточностью приложения продольной нагрузки N .

В данном случае потеря местной устойчивости проявилось в самом «слабом» звене. Расчеты показали, что остальные полки теряют местную устойчивость по первой форме при нагрузках, превышающих первую критическую не более чем на 1,5 %.

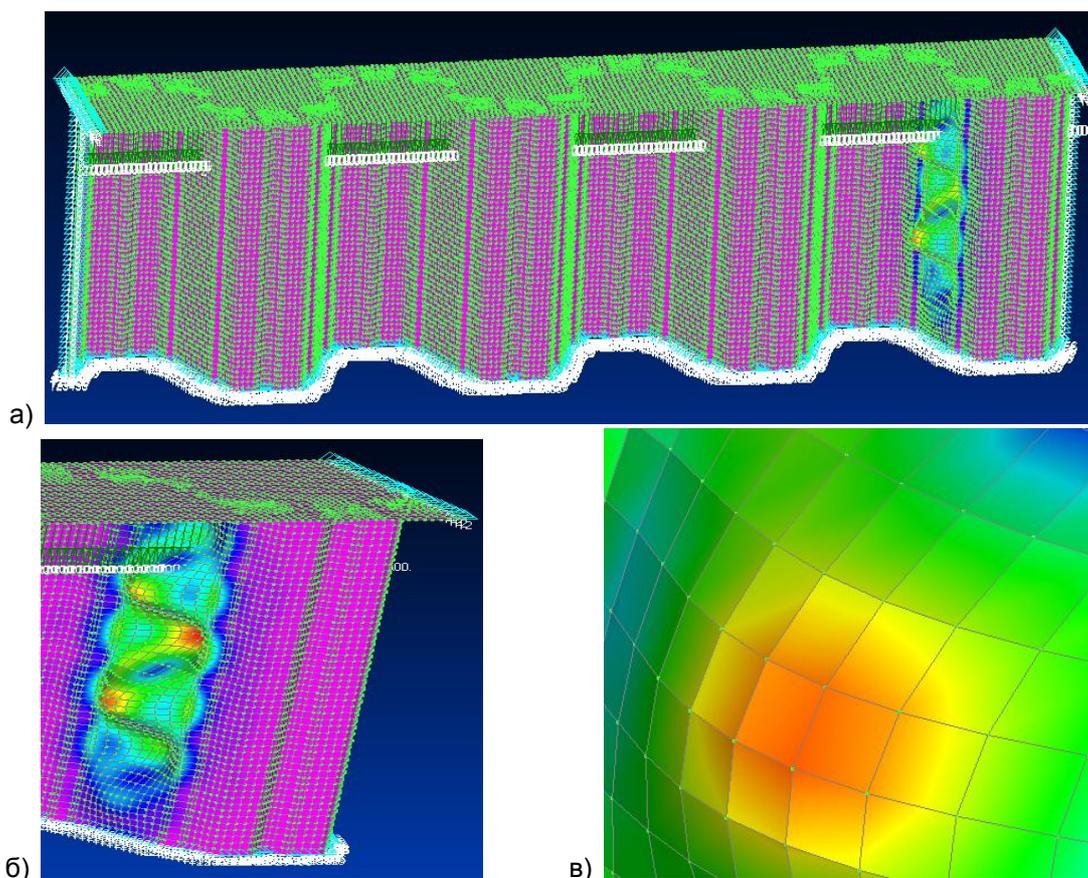


Рис. 4. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу;
 а - общий вид КЭ-модели; б- фрагментация КЭ-модели в зоне потери устойчивости;
 в- распределение напряжений в зоне потери устойчивости

С целью подтверждения достоверности расчетных данных проведен комплекс экспериментальных работ по натурному моделированию процесса потери местной устойчивости элементов фрагмента профиля А-Н107-0,7 [5] с исследованием напряженно-деформированного состояния профиля.



Рис.5 .Потеря местной устойчивости профилем А-Н107 $t=0.7$ мм.

Для профиля А-Н107-0.7 оценена точность теоретического определения величины критической силы, действующей на профиль в опорной зоне. Для этого фрагменты оболочек испытывались на сжатие. Внешний вид одного из образцов представлен на рисунке 5. Текущие перемещения гофра фиксировались с помощью индикаторов часового типа после каждой ступени нагружения. При этом считалось, что достигнуто значение критической силы при увеличении перемещений до значения равном толщине профиля.

Результаты испытаний приведены в таблице 3

Таблица 3 – Результаты экспериментального и теоретического определения критических напряжений

Профиль А-Н107 $t_c = 0,7$ мм ГОСТ 24045-94					
№ образца	$\sigma_{\text{эксп}}$, МПа	$\sigma_{\text{теор}}$, МПа	$\sigma_{\text{мкэ}}$, МПа	$\Delta_{\text{эксп}}$, %	$\Delta_{\text{мкэ}}$, %
1	222,7	238,9	230,3	6,8	3,6
2	221,2			7,4	
3	212,4			11,1	
4	220,1			7,9	
5	210,8			11,8	
6	218,6			8,5	
7	217,6			8,9	
8	223,4			6,5	
9	215,7			9,7	
10	213,8			10,5	

Заключение

В результате проведенных исследований определены: вид участков профиля, потерявших местную устойчивость по первой форме (рис. 3,4); значения нормальных напряжений, соответствующих первой форме потери местной устойчивости элементами профиля.

Определены корректирующие коэффициенты k для расчетов на местную устойчивость приопорных участков профилей с использованием известных положений, принятых в ракетостроении.

Полученные значения коэффициентов k зависят от толщины профиля, типа и гофрировки поперечного сечения, в отличие от принятых в ракетостроении, где для всех толщин и видов рассчитываемых профилей принято значение коэффициента $k = 0,150$.

Разработанная инженерная методика определения напряжений потери местной устойчивости может быть использована для любых типов профилей сборных профилированных несущих незамкнутых цилиндрических оболочек [8].

Библиографический список

1. Красотина, Л.В. Моделирование систем сводчатого покрытия, составленного из арочных заготовок / Л.В. Красотина // Материалы 66-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» Книга 1 – Омск, 2012. – С. 231-235.
2. Афанасьев, В.Ю. Несущие арочные покрытия из трапециевидного профиля производства ООО «Монтажпроект», г. Омск / В.Ю. Афанасьев, З.Н. Соколовский, С.А. Макеев // Роль механики в создании эффективных материалов, конструкций и машин 21 века: Труды всероссийской научно-технической конференции, 6 -7 декабря 2006г. – Омск: СибАДИ, 2006. – С.81 – 86.
3. Макеев, С.А. Большепролетные покрытия на основе арочных несущих балок составного

сотового сечения / С.А. Макеев, Ю.В. Афанасьев, Л.В. Красотина // Строительная механика и расчет сооружений. – 2008. – № 3. – С. 16 – 20.

4. СНиП II–23–81* Стальные конструкции. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 94 с.

5. ТУ 112-235-39124899-2005. Профили стальные гнутые арочные с трапециевидными гофрами / СибНИИстрой. – Новосибирск, 2005. – 18 с.

6. Балабух, Л.И. Строительная механика ракет / Л.И. Балабух, Н.А. Алфутов, В.И. Усюкин. – М.: «Высшая школа», 1984. – 391 с.

7. Шимкович, Д.Г. Femap & Nastran. Инженерный анализ методом конечных элементов / Д.Г. Шимкович. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 704 с.

8. ГОСТ 24045-94. Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия (с поправкой, опубликованной в ИУСе № 4 1996 г.). – Взамен ГОСТ 24045-86; введ. 1995-09-01 – М.: Издательство стандартов, 2000. – 22 с.

ENGINEERING METHOD FOR DETERMINING CRITICAL STRESS LOCAL STABILITY IN THE CORE ZONE MODULAR CYLINDRICAL PROFILED BEARING SHELLS

L.V. Krasotina

Abstract. In this article we presented an option of engineering calculation of the critical stress of stability loss of local support in the area of open-ended modular pro-profiled bearing cylindrical shells on the basis of mathematical modeling of the contact boundary value problem of structural type. Revealed fundamental differences existing calculation methods of the proposed work. Conclusions on the possibility of using techniques developed for all types of membranes of this type. The results of complex experimental work on the full-scale simulation of the loss of local sustainability profile elements of the process.

Keywords: finite element method, the team profiled bearing cylindrical shell, corrugated section; critical voltage loss of local sustainability; flat and curved sections of the profile.

References

1. Krasotina L.V. Modelirovanie sistem svodchatogo pokrytija, sostavlenogo iz arochnyh zagotovok [Modeling vaulted coating systems composed of arched blanks]. *Materialy 66-j nauchno-prakticheskoj konferencii FGBOU VPO SibADI*, Omsk, 2012. pp. 231-235.

2. Afanas'ev V.Ju., Sokolovskij Z.N., Makeev S.A. Nesushhie arochnye pokrytija iz trapecievidnogo profilja proizvodstva OOO «Montazhproekt», g. Omsk [Nesushhie arochnye pokrytija iz trapecievidnogo profilja proizvodstva OOO «Montazhproekt», g. Omsk]. *Rol' mehaniki v sozdanii jeffektivnyh materialov, konstrukcij i mashin 21 veka: Trudy vsersijskoj nauchno- tehničeskoj konferencii, 6 -7 dekabrja 2006*, Omsk: SibADI, 2006. pp.81 – 86.

3. Makeev S.A., Afanas'ev Ju.V., Krasotina L.V. Bol'sheproletnye pokrytija na osnove arochnyh nesushhih balok sostavnogo sotovogo sechenija [Span coating on the basis of arch bearing beams composite honeycomb section]. *Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij*, 2008, no 3. pp. 16 – 20.

4. SNiP II-23-81* *Stal'nye konstrukcii* [SNIP II-23-81 * Steel structures]. Moscow, CИTP Gosstroja SSSR, 1990. 94 p.

5. TU 112-235-39124899-2005. *Profili stal'nye gnutye arochnye s trapecievidnymi goframi* [TU 112-235-39124899-2005. Steel bent profile, arched with

trapezoidal corrugations]. SibNIStroj, Novosibirsk, 2005. 18 p.

6. Balabuh L.I., Alfutov N.A., Usjukin V.I. *Stroitel'naja mehanika raket* [Construction missiles mechanics]. Moscow, Vysshaja shkola, 1984. 391 p.

7. Shimkovich D.G. *Femap & Nastran. Inzhenernyj analiz metodom konechnyh jelementov* [Engineering finite element analysis]. Moscow, DMK Press, 2008. 704 p.

8. GOST 24045-94. Profili stal'nye listovye gnutye s trapecievidnymi goframi dlja stroitel'stva. Tehničeskie uslovija (s popravkoj, opublikovannoj v IUSE № 4 1996). [State standard 24045-94. Profiles Bent steel sheet with trapezoidal corrugations for building. Technical conditions (as amended, published in IUSE number 4 of 1996)]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2000. 22 p.

Красотина Лариса Владимировна (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры Строительные конструкции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: krasotina.larisa@gmail.com).

Larisa V. Krasotina (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor Department of building construction Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Mira, 5 prospect, Omsk, e-mail: krasotina.larisa@gmail.com).

УДК 625.731.2:624.138.26

СОПРЯЖЕНИЕ ПОДХОДНЫХ НАСЫПЕЙ С МОСТАМИ И ПУТЕПРОВОДАМИ

А.Л. Ланис, Д.А. Разуваев, П.О. Ломов
ФГБОУ ВО СГУПС, Россия, г. Новосибирск.

Аннотация. Рассмотрены вопросы сопряжения мостов, путепроводов и виадуков с подходными насыпями. Обозначены причины образования остаточных деформаций в дорожном полотне, рассмотрены применяемые конструкции. Предложена конструкция сопряжения перечисленных искусственных сооружений с подходными насыпями, заключающаяся в армировании рабочего слоя земляного полотна на переходном участке бетонными буронабивными сваями (БНС) в раскатанных скважинах. Расчетами упругих прогибов дорожного полотна и исследованием их изменения вдоль участка подтверждена эффективность применения предложенного способа сопряжения.

Ключевые слова: земляное полотно, подходные насыпи, мосты, путепроводы, уплотнение грунтов, буронабивные сваи, раскатка скважин.

Введение

Сопряжение мостов, путепроводов и виадуков с подходными насыпями является важным элементом автомобильных дорог, предназначенным обеспечить плавный переход от относительно податливого земляного полотна на жёсткое пролетное строение. Вместе с тем именно в местах сопряжения земляного полотна с перечисленными искусственными сооружениями очень часто наблюдаются

деформации, которые снижают ровность покрытия, а нередко приводят и к разрушению дорожной одежды (рис. 1).

Анализ показывает, что подобные деформации обусловлены целым комплексом объективных и субъективных факторов, связанных в первую очередь с недостаточным уплотнением грунтов при возведении подходной насыпи и их избыточным увлажнением при последующей эксплуатации автомобильной дороги [1]. При

этом деформации проявляются, как правило, в виде местных просадок, захватывающих зону сопряжения.



Рис. 1. Деформации насыпи на сопряжении с мостом

Земляные работы на сопряжении дорог с мостами и путепроводами являются одними из трудновыполнимых операций в дорожном строительстве. Производство работ по отсыпке конусов и устройству сопряжения представляет собой сложный технологический процесс с большими объемами ручного труда. Поэтому грунты на конусах и сопряжении, как правило, остаются недоуплотненными [2].

Водно-тепловой режим земляного полотна на подходах к искусственным сооружениям имеет свои особенности. Располагаясь в теле насыпи, искусственное сооружение прерывает движение воды по дренирующим слоям дорожной одежды и миграции влаги в грунтах насыпи, основание которой почти всегда имеет уклон в сторону водотока или лога. Поэтому возле искусственного сооружения накапливается больше влаги, чем на других участках земляного полотна [3]. Кроме того, в осенний период грунты земляного полотна возле мостов промерзают интенсивнее, причём это промерзание носит сложный характер в связи с наличием большого количества бетонных, железобетонных и металлических конструкций, являющихся хорошими мостиками холода (устои мостов, плиты сопряжения, плиты укрепления конусов, лестничные сходы, ограждения безопасности, водоотводные сооружения и т.д.). В весенний период, наоборот, оттаивание происходит медленнее, чем на подходах. Это объясняется затенённостью конусов от солнечной радиации пролётными строениями и большей хладоёмкостью грунта вместе с бетонными конструкциями опор и сопряжения. Значительное интенсивное промерзание в зимний период года и длительное сохранение мерзлоты весной

способствуют аккумуляции влаги на участках сопряжения искусственных сооружений с подходными насыпями.

Увлажнение грунтов подходных насыпей происходит также в периоды паводков путем инфильтрации паводковой воды в тело земляного полотна, а при низких насыпях и за счёт капиллярного поднятия воды из переувлажнённых грунтов основания водотока или лога.

Следует отметить особенности работы участков сопряжения подходных насыпей с мостами и путепроводами, характеризующихся различной жесткостью и, как следствие, неравномерностью осадки. Дорожная одежда, уложенная на железобетонном пролетном строении (у устоя), характеризуется значительно большим модулем упругости, чем конструкция, уложенная на грунте примыкающей подходной насыпи. В связи с чем, темпы осадки двух смежных отрезков автомобильной дороги могут существенно различаться. Мосты и путепроводы, как правило, сооружают на фундаментах глубокого заложения, поэтому они относительно нечувствительны к существующим автомобильным нагрузкам. Напротив, земляное полотно на подходных участках укладывают в насыпях, и оно, обычно, подвержено существенной осадке.

Неравномерность осадок дорожного полотна приводит к «скачкам» транспортных средств и возникновению динамических составляющих нагрузок на дорожную одежду и земляное полотно. Ситуация прогрессирует с началом появления остаточных деформаций дорожного полотна.

Опознавательными признаками деформаций подобного типа являются снижение ровности покрытия в месте сопряжения искусственного сооружения и подходной насыпи, поперечные трещины, иногда разрушение покрытия, нарушение ровности поверхности откосов, креплений конусов с ухудшением стока поверхностных вод, загромождение сечений малых мостов.

Решение проблем на участках сопряжений искусственных сооружений и подходных насыпей, связанных с недостаточным уплотнением и повышенным увлажнением грунтов земляного полотна, а так же с регулированием жесткости конструкции, является актуальной задачей.

Конструкции сопряжения мостов и путепроводов с подходными насыпями достаточно сложны, а их устройство связано

с использованием большого объема ручного труда.

В практике строительства и эксплуатации конструкций сопряжения используются различные типы устройств:

- а) с укладкой железобетонной плиты;
- б) с устройством подходной насыпи большей плотности;
- в) с устройством железобетонных коробов, заполненных щебнем;
- г) с устройством щебеночной подушки переменной толщины, послойно армированной геосинтетическими материалами и др.

Основной из используемых на автомобильных дорогах России конструкций, является сопряжение с укладкой железобетонной плиты. При этом устраивается дренажная засыпка в пределах конуса и за опорами сооружения, по которой выполняют укладку железобетонных переходных плит длиной 4, 6 или 8 м в пределах проезжей части. Длина переходных плит всех типов выбирается в зависимости от высоты насыпи, геологических условий ее основания и категории дороги. Известно, что средняя высота насыпи на подходах составляет: для средних мостов 4,0 м, для больших – 5,0 м. Зона активных местных деформаций возле моста простирается на длину, в среднем равную высоте насыпи. Поэтому, как правило, с формальной точки зрения длина переходных плит, используемых в настоящее время, является достаточной для ее перекрытия [3]. Однако деформации земляного полотна здесь по-прежнему продолжают.

Технология реализации других перечисленных конструкций сопряжений имеет ряд существенных недостатков, основным из которых является частичное, либо полное переустройство земляного полотна подходного участка, что вызывает сложности и приводит к значительным трудозатратам. Переустройство земляного полотна, в свою очередь, приводит к полному, либо частичному (в зависимости от количества полос движения) длительному ограничению движения по участку автомобильной дороги.

В Сибирском государственном университете путей сообщения ведется разработка новых конструкций сопряжения мостов и путепроводов с подходными насыпями, исключая перечисленные недостатки [3,4]. Сопряжение проезжей части автодорожного моста с подходной насыпью

по разработанному методу выполняют путем формования набивных свай, размещенных поперек насыпи. При этом, среднюю жесткость полосы насыпи уменьшают от максимальной у устоя моста до минимальной у границы сопряжения. Такая совокупность операций позволяет использовать набивные сваи вместо укладки переходной плиты, обеспечивая плавное изменение жесткости грунта в насыпи в вертикальном и в горизонтальном направлении за счет жесткости тела самой сваи. Кроме того, плотность грунта в теле насыпи повышается за счет его глубинного уплотнения, происходящего при формовании набивной сваи. Набивные сваи целесообразно устраивать из дренирующих грунтов (крупные и гравелистые пески, щебень, шлак) в пробитых скважинах. Такие, дренажные сваи одновременно выполняют несколько функций: дополнительно уплотняют грунты земляного полотна или его основания в наиболее опасной зоне; воспринимают нагрузку от движущегося транспорта, передаваемую через дорожную одежду; осуществляют отвод избыточной воды из верхней зоны земляного полотна в основание насыпи [3].

Уменьшение жесткости насыпи достигается путем уменьшения количества набивных свай, размещенных в параллельных рядах, по мере удаления от устоя моста. Такая операция позволяет выдержать необходимую среднюю жесткость насыпи, не прибегая к послойной отсыпке гравийно-щебеночных слоев с их послойным уплотнением. Набивные сваи выполняют с переменной несущей способностью путем изменения их длин и/или диаметров в каждом последующем ряду от устоя моста. Изменение длин набивных свай в каждом последующем ряду от устоя моста обеспечивает переменную жесткость подходной насыпи в направлении от опоры моста.

Достижение переменной несущей способности набивных свай за счет одновременного изменения их длин и диаметров в каждом последующем ряду от устоев моста позволяет оптимизировать параметры сваи при минимальных технологических затратах и обеспечивать переменную жесткость грунта в насыпи как под дорожной одеждой, так и под переходной плитой [3].

Работы в данном направлении ведутся и в настоящее время. Разрабатываются и апробируются технологии применения современных материалов и методов устройства буронабивных свай (жестких вертикальных элементов) в конструкциях сопряжений искусственных сооружений с подходящими насыпями.

В частности, авторами предлагается для изготовления набивных свай использовать раскатчик скважин, который имеет ряд преимуществ относительно пневмопробойника, а для заполнения скважин использовать низкомарочную бетонную смесь. Основное преимущество – повышение качества уплотнения грунтов земляного полотна в межсвайном пространстве, при том, как пневмопробойник уплотняет грунты в основном в нижней части рабочего органа, образуя «ядро» перед собой. Применение бетонной смеси позволяет значительно повысить несущую способность набивных свай и упрощает технологию заполнения раскатанных скважин [5].

Предложенный способ позволяет не только исключить факторы просадок, связанных с недостаточным уплотнением грунтов при возведении насыпи, но и создать конструкцию переменной жесткости за счет варьирования шагом и глубиной свай. При этом конструкция сопряжения практически не восприимчива к её водонасыщению.

Технология реализации описанного способа армирования грунта путем раскатки

скважин заключается в следующем. На предварительно подготовленной площадке (после разборки дорожной одежды) осуществляется разметка будущих скважин. Раскатчик скважин устанавливается в рабочее положение и производится формирование скважин. После извлечения раскатчика скважина заполняется бетоном класса В10 на мелкозернистом заполнителе, при этом заполнение скважины следует производить не позднее чем через 2 часа после окончания формирования скважин. При более длительном перерыве необходимо производить повторное формирование скважины.

Раскатчик скважин (рис. 2а) содержит эксцентрично установленные на приводном валу и развернутые относительно его оси конические (нарастающего диаметра) катки, которые, при вращении приводного вала, спирально обкатываясь по соответствующим каждому катку забоя, уплотняют грунт и формируют стенку скважины. Разворот катков раскатчика относительно оси приводного вала и вращение приводного вала в правом (вид со стороны привода) направлении обеспечивают собственную прямую осевую подачу (самопродвижение) рабочего органа.

В процессе раскатки в грунте формируется зона уплотнения, диаметр которой составляет до четырех диаметров образуемой скважины (рис. 2б). Радиус зоны деформации при этом составляет до шести диаметров раскатываемой скважины.

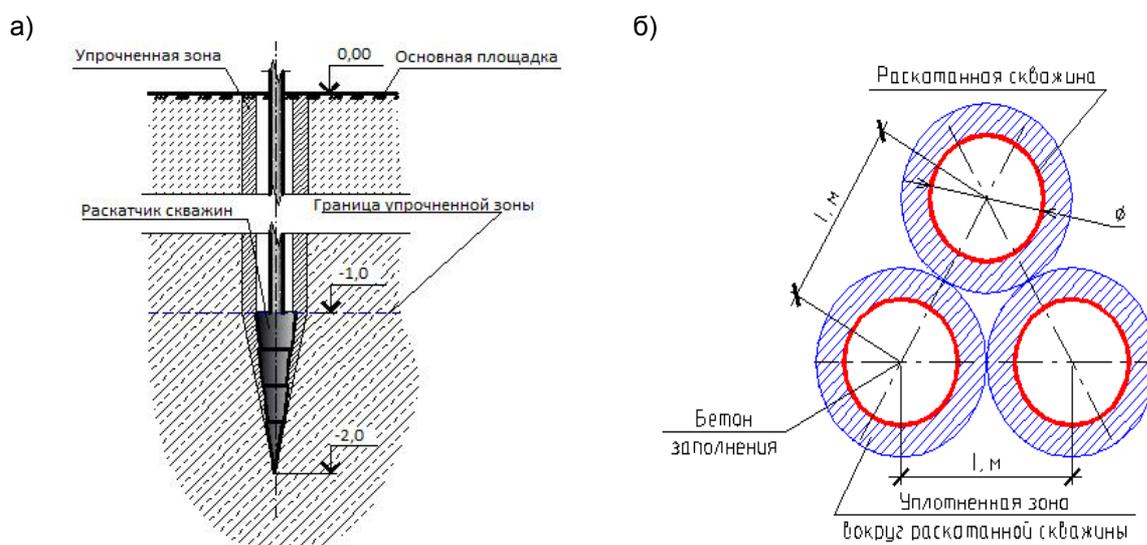


Рис. 2. Раскатчик скважин

Из опыта применения метода уплотнения грунтов известно, что значительное улучшение физико-механических свойств грунта достигается при достижении плотности сухого грунта $\rho_d^{упл}=1,65 \text{ т/м}^3$. Так же, при такой плотности, грунт становится маловодопроницаемым. Максимальный шаг скважин в плане, дающий требуемый эффект, определяется по формуле:

$$L = 0,95 \cdot d \cdot \sqrt{\frac{\rho_d^{упл}}{\rho_d^{упл} - \rho_d^{ест}}}, \quad (1)$$

где d – диаметр скважины, м; $\rho_d^{упл}$ – требуемая плотность сухого грунта, т/м^3 ; $\rho_d^{ест}$ – плотность сухого грунта до уплотнения, т/м^3 .

При применении для производства работ раскатчиков скважин с диаметром $d=150 \text{ мм}$, рекомендуется применять шаг расстановки свай в продольном направлении $L_{прод}= 500 \text{ мм}$, в поперечном направлении – $L_{поп} = 300 \text{ мм}$ (в шахматном порядке).

Отметка низа уплотненной зоны переменная – длина свай уменьшается по мере удаления от устоя моста.

Разработанный способ обладает рядом преимуществ:

а) при устройстве такого рода свай исключаются работы, связанные с вывозом и складированием грунта, так как в процессе производства буровых работ грунт не извлекается, а уплотняется в стенки скважин;

б) при проходке скважин раскатчиком и заполнении их бетонной смесью в рабочем слое земляного полотна образуются дополнительные армирующие бетонные элементы, а грунт в уплотненной зоне становится маловодопроницаемым;

в) малые габариты установок, невысокая стоимость, материалоемкость, и высокая производительность работ. Буровая установка типа «манипулятор» располагается за пределами насыпи;

г) оперативное проведение контроля качества работ на строительной площадке;

д) не ограничена длина переходных участков, как, например, длинной переходной

железобетонной плиты. Достигается большая плавность перехода.

Расчет конструкций сопряжения искусственных сооружений с подходными насыпями

Для подтверждения технической эффективности разработанной технологии сопряжения таких искусственных сооружений, как мосты, путепроводы и виадуки (далее ИССО) с подходными насыпями, произведено сравнение двух вариантов конструкций переменной жесткости:

Вариант №1: Укладка железобетонной переходной плиты;

Вариант №2: Армирование рабочего слоя земляного полотна на переходном участке бетонными буронабивными сваями (БНС), в раскатанных скважинах.

Кроме того рассчитан вариант без конструкций переменной жесткости.

Исследование работы грунтов подходной насыпи выполнено с использованием численного моделирования в программном комплексе, основанном на методе конечных элементов. Для каждого расчетного варианта определялась осадка насыпи в плоской постановке задачи. Моделирование работы насыпи выполнялось с применением стандартных модулей программного комплекса. Для этого в графическом редакторе программного комплекса создавалась геометрическая модель участка сопряжения. Затем с помощью инструментов геометрического редактирования создавалась сетка конечных элементов с операционным контролем связности генерированных элементов.

Расчетные схемы вариантов сопряжения ИССО с подходными насыпями представлены на рисунке 3. Нагрузка на подходные насыпи принята по ГОСТ Р 52748-2007 [6] в виде одиночной четырехосной тележки НК (9К на колесо, k для земляного полотна 8,3). При расчете, с определенным шагом имитировалось движение автомобильной нагрузки в направлении с моста на подходную насыпь (на рисунке 3 представлены расчетные схемы в различный момент времени).

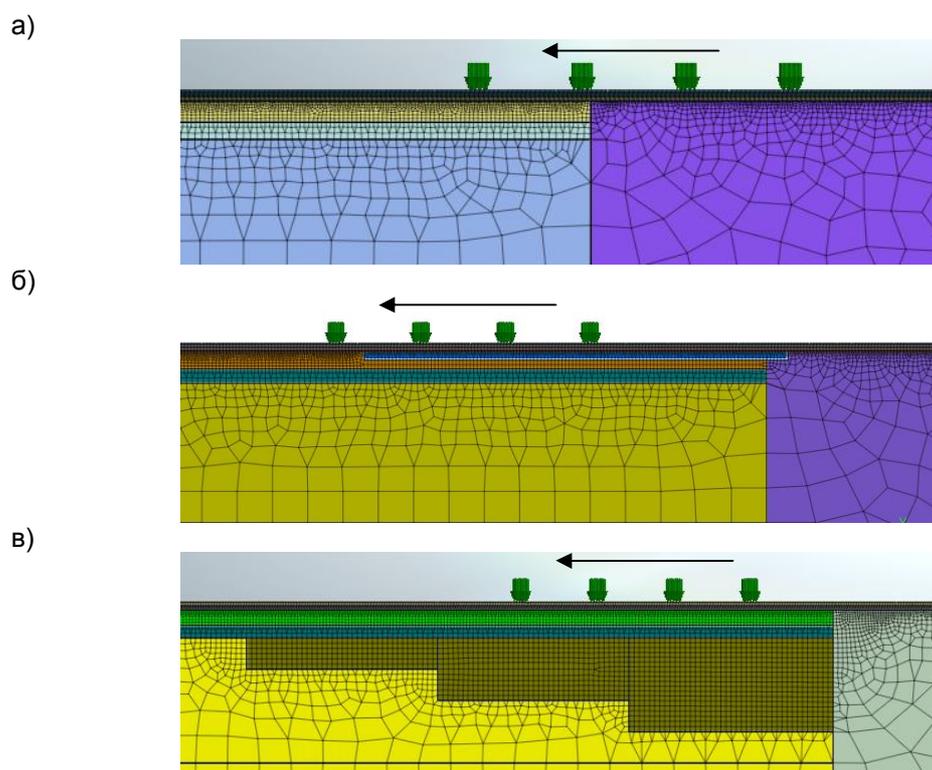


Рис. 3. Расчетные схемы конструкций сопряжения ИССО с подходными насыпями:
 а) без конструкций переменной жесткости; б) укладка железобетонной переходной плиты;
 в) армирование рабочего слоя земляного полотна на переходном участке БНС в раскатанных скважинах.

Участок подходной насыпи без конструкций переменной жесткости (рисунок 3а) включает в себя следующие слои покрытия и основания дорожной одежды, в так же рабочего слоя земляного полотна (сверху вниз): верхний слой покрытия (а/б плотный – 6 см, характеристики приняты по [7]); нижний слой покрытия (а/б пористый – 8 см, по [7]), верхний слой основания (ЩПС С5 – 25 см, по [7]), нижний слой основания (песок крупный – 20 см, по [7]), земляное полотно (суглинок III.X.1 дорожного района, характеристики приняты по [8]). Построение грунтовой среды выполнялось на базе модели упруго-пластичной среды Кулона-Мора, использующей основные параметры пластичности – удельное сцепление c , угол внутреннего трения φ , модуль упругости E и коэффициент Пуассона ν .

Вариант с железобетонной переходной плитой заключается в укладке конструкции, длиной 6,0 м и толщиной 12,0 см (рис. 3б), опирающейся одним краем на конструкции мостового устоя.

Последний вариант (БНС_В1) устройства сопряжения моста с подходной насыпью

заключается в армировании рабочего слоя земляного полотна бетонными БНС, в раскатанных скважинах (рисунок 3в). Переменная жесткость достигается за счет разноглубинного усиления грунтов методом раскатки скважин. В насыпи смоделировано три участка длиной по 3,0 метра. Высота усиленных массивов составляет 1,5, 1,0 и 0,5 м считая от моста. Диаметр скважин принят $d=150$ мм, шаг расстановки свай в продольном направлении $L_{\text{прод}} = 500$ мм, в поперечном направлении – $L_{\text{поп}} = 300$ мм (в шахматном порядке). По проведенным ранее исследованиям зависимости характеристик усиленного массива от шага расстановки свай [5], принят приведенный модуль деформации усиленного массива 400 МПа.

По результатам расчета при различном положении нагрузки (через определенные интервалы) получены значения вертикальных упругих прогибов l покрытия дорожной одежды при проезде нагрузки НК. На рисунке 4 представлены примеры деформированного вида вариантов сопряжений (положение нагрузки не совпадает).

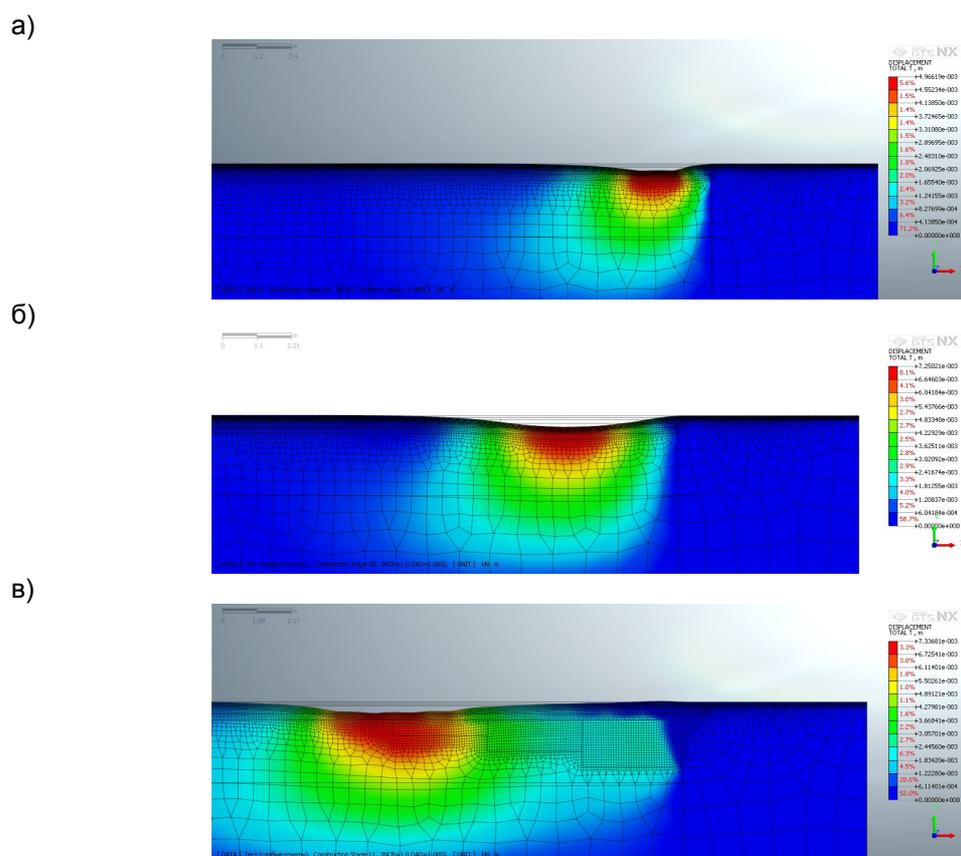


Рис. 4. Примеры деформированного вида вариантов сопряжения:

- а) без конструкций переменной жесткости; б) укладка железобетонной переходной плиты;
- в) армирование рабочего слоя земляного полотна на переходном участке БНС в раскатанных скважинах.

Далее, после обработки результатов расчета, выполнено построение эпюр зависимости от расстояния L до ИССО максимального упругого прогиба l в (рис.5).

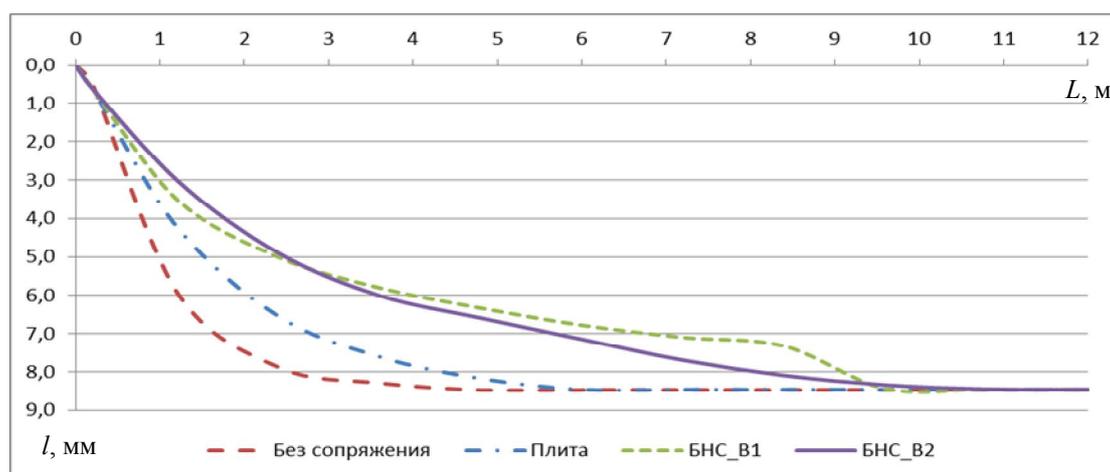


Рис. 5. Эпюры максимального упругого прогиба l в зависимости от расстояния L до ИССО

Анализ эпюр показал, что без применения каких либо конструкций сопряжения, практически сразу ($L=1,0-1,5$ м) упругий

прогиб подходного участка принимает свое максимальное значение, и транспортное средство резко «проваливается» на величину

упругой осадки. В непосредственной близости от моста (до 1,0 м) упругий прогиб меньше, что объясняется особенностями четырехосной тележки НК с расстоянием между осями 1,2 м. В этой зоне тележка частично опирается на мост либо воздействует крайней осью, под которой наблюдается меньшее значение упругого прогиба в отличие от 2 или 3 оси.

При применении железобетонной переходной плиты, за счет опирания её края на конструкции устоя моста, происходит более плавное увеличение упругого прогиба. При этом, поскольку плита не абсолютно жесткая, увеличение прогиба происходит по достаточно криволинейному закону с малым радиусом кривизны. Кроме того, крайняя часть плиты (1,5-2,0 м), опирающаяся на грунт, практически не дает уменьшения прогиба, и увеличение длины плиты до 8,0 м практически не дает положительного эффекта. Увеличение жесткости (толщины и армирования) и длины плиты, как правило технически (трудности транспортировки) и экономически не обосновано.

При применении бетонных БНС в раскатанных скважинах по варианту БНС_В1 в зоне сопряжения моста с подходной насыпью наблюдаются наименьшие упругие прогибы, увеличивается радиус кривизны эпюры осадок, однако на конце участка наблюдается резкий «скачек» значений деформаций. Плавность эпюры упругого прогиба и скачок при переходе с зоны усиления на естественный грунт земляного полотна указывают на то, что варьирование глубиной БНС не в полной степени обеспечивает плавное изменение жесткости переходного участка, а нагрузка рассеивается главным образом в верхней части зоны усиления.

Для устранения этого недостатка произведено варьирование шагом расстановки свай (вариант БНС_В2). В ближней к мосту трети сопряжения шаг свай плавно сгущен до коэффициента 1,5 относительно исходного шага, в дальней от моста трети сваи плавно разрежены до того же коэффициента. В этом случае в первой трети сопряжения моста с подходной насыпью упругие прогибы снизились, а в последней увеличились, обеспечив

плавность перехода. Общий радиус кривизны эпюры осадок увеличился.

Увеличение радиуса кривизны (плавности спуска) эпюры упругих осадок позволяет минимизировать вертикальные ускорения, а следовательно и динамическую составляющую Δ к нагрузке на колесо [9].

Динамическая составляющая к нагрузке на колесо при движении по криволинейному (вогнутому) участку автомобильной дороги может быть вычислена из уравнения (записанного согласно II закону Ньютона):

$$\frac{Q}{g} \cdot a^n = N^D - Q = \Delta, \quad (2)$$

где Q – расчетная нагрузка на колесо тележки, принимаемая в расчетах 74,7 кН; g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²; a^n – проекция ускорения колеса на ось главной нормали, м/с²; N^D – сила реакции опоры, эквивалентная динамической силе от колеса тележки на дорожную одежду, кН;

Проекция ускорения колеса на ось главной нормали определяется по формуле

$$a^n = \frac{V^2}{\rho}, \quad (3)$$

где V – линейная скорость движения колеса тележки, принимаемая в расчетах 33,34 м/с (120 км/ч); ρ – радиус кривизны траектории движения тележки, м.

Радиус кривизны траектории в точке с координатами (x,y) можно определить по формуле:

$$\rho = \frac{[1 + (y'(x))^2]^{\frac{3}{2}}}{|y''(x)|}, \quad (4)$$

где $y(x)$ – функция плоской кривой; $y'(x)$ – первая производная функции плоской кривой; $y''(x)$ – вторая производная функции плоской кривой.

Функции кривых в виде полиномов получены в результате аппроксимации эпюр максимального упругого прогиба.

Результаты расчета динамической составляющей Δ к нагрузке на колесо в рассматриваемых условиях сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета динамической составляющей Δ к нагрузке на колесо в рассматриваемых условиях

№ п/п	Наименование расчетной схемы	Радиус кривизны траектории, <i>D, м</i>	Динамическая сила от колеса тележки N^D , кН	Динамическая составляющая Δ , кН	Динамическая составляющая, % дополнительно к Q
1	Без конструкции сопряжения	545	90,2	15,5	20,8
2	Железобетонная переходная плита	1220	81,6	6,9	9,3
3	БНС В1	2400	78,2	3,5	4,7
4	БНС В2	3300	77,3	2,6	3,4

Наличие указанной динамической составляющей, в определенных условиях может привести к превышению итоговой нагрузки на колесо над пределом упругой работы конструкции (превышению активного напряжения сдвига над предельной величиной), что способствует образованию остаточных деформаций. Вероятность образования остаточных деформаций дорожного покрытия значительно увеличивается при превышении нормативных нагрузок, некачественном уплотнении грунтов у устоя ИССО, их увлажнении, некачественном возведении дорожной одежды и т.д. При этом сами остаточные деформации формируют «провал» дорожной одежды и усиливают динамическое воздействие на дорожные конструкции в зоне сопряжения ИССО с подходными насыпями.

Предложенная конструкция сопряжения с армированием рабочего слоя земляного полотна бетонными БНС в раскатанных скважинах в рассматриваемых условиях не только минимизирует динамическую составляющую Δ к нагрузке на колесо, но и увеличивает плотность и снижает влаговязимость рабочего слоя земляного полотна.

Заключение

Применение конструкций сопряжения ИССО с подходными насыпями в виде переходных участков из набивных свай, в отличие от альтернативных способов позволяет не только доуплотнить и снизить влаговязимость грунтов рабочего слоя земляного полотна не прибегая к земляным работам, но и дает возможность эффективного варьирования жесткостью за счет шага и глубины свай.

Использование для изготовления набивных свай раскатчика скважин, позволяет повысить качество уплотнения грунтов земляного полотна в межсвайном пространстве, а применение в качестве

заполнителя бетонной смеси значительно повышает жесткость конструкции и упрощает технологию заполнения раскатанных скважин.

Расчетами установлено, что в рассматриваемых условиях при применении предложенного способа в зоне сопряжения моста с подходной насыпью наблюдаются наименьшие упругие прогибы и обеспечивается плавность перехода. Варьирование глубиной БНС не в полной степени обеспечивает плавное изменение жесткости переходного участка, что нивелируется варьированием шагом расстановки свай. При этом динамическая составляющая Δ к нагрузке на колесо, возникающая при съезде транспортного средства с ИССО на подходную насыпь минимизируется.

Библиографический список

1. Бобылев, Л.М. Уплотнение грунтов и щебня в местах сопряжения земляного полотна с мостами и трубами / Л.М. Бобылев, М.М. Журавлев // Автомобильные дороги. – 1974. – № 1. – С. 16-17.
2. Журавлев, М.М. Сопряжение проезжей части автодорожных мостов с насыпью / М.М. Журавлев. – М.: Транспорт, 1976. – 81 с.
3. Крицкий, М.Я. Новая конструкция сопряжения насыпей автомобильных дорог с мостами и путепроводами / М.Я. Крицкий, В.Ф. Скоркин, В.Н. Кошелев // Актуальные проблемы повышения надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них. – Барнаул, 2003. – С. 75-78.
4. Ланис, А.Л. К вопросу разработки конструкций участка насыпи переменной жесткости на подходах к мосту / А.Л. Ланис, Д.А. Разуваев, К.В. Востриков // Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути: мат-лы IX науч.-техн. конф. с международным участием, г. Москва. (4-5 апреля 2012 г.). – Москва, 2012. – С. 185 – 188.
5. Ланис, А.Л. К вопросу определения грунтовых параметров, оказывающих влияние на диаметр раскатанной скважины / А.Л. Ланис, П.О. Ломов // Научные проблемы транспорта Сибири и

Дальнего Востока. – Новосибирск: НГAVT, 2015. – № 3. – С. 92 – 97.

6. ГОСТ Р 52748-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. – М.: Стандартинформ, 2008. – 13 с.

7. ОДН 218.046–01. Проектирование нежестких дорожных одежд / Минтранс России. – М.: Информавтодор, 2001. – 145 с.

8. СТП ТУАД 32-03–2000. Расчетные значения характеристик глинистых грунтов земляного полотна для проектирования по условиям морозостойчивости и прочности нежестких дорожных одежд автомобильных дорог Новосибирской области / ТУАД НСО. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2000. – 32 с.

9. Смолин, Ю.П. Исследование динамических воздействий автотранспортом на дорожную одежду, закрепленную синтетическим полимером / Ю.П. Смолин, А.Л. Ланис, Д.А. Разуваев // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – Томск: ТГАСУ, 2012. – №2 (35). – С. 230 – 234.

CONJUGATION OF APPROACH FILL WITH BRIDGE AND OVERBRIDGE

A.L. Lanis, D.A. Razuvaev, P.O. Lomov

Abstract. Questions of conjugation bridge, overbridge and viaducts with approach fill were considered. Reasons for the formation of residual deformations in the roadway identified, also It was considered applicable constructions. It was suggested construction of conjugation listed artificial structures with approach fill, consisting in reinforcement of the subgrade in the transition area concrete filling pile. The effectiveness was confirmed by estimations of elastic deflection of the roadway and research their changes along area of ehe proposed method of conjugation.

Keywords: subgrade, approach fill, bridge, overbridge, soil compaction, filling pile, flaring apertures.

References

1. Bobylev L.M., Zhuravlev M.M. Uplotnenie gruntov i shchebnya v mestakh sopryazheniya zemlya-nogo polotna s mostami i trubami [Consolidation of soil and crushed stone in places of interface of a road bed to bridges and pipes]. *Avtomobilnye dorogi*, 1974, no 1. pp. 16-17.

2. Zhuravlev M.M. *Sopryazhenie proezzhey chasti avtodorozhnykh mostov s nasypyu* [Interface of the carriageway of road bridges to an embankment]. Moscow, Transport, 1976. 81 p.

3. Kritskiy M.Ya., Skorkin V.F., Koshelev V.N. Novaya konstruktsiya sopryazheniya nasypye avtomobilnykh dorog s mostami i puteprovodami [New design of interface of embankments of highways to bridges and overpasses]. *Aktualnye problemy povysheniya nadezhnosti i dolgovechnosti avtomobilnykh dorog i iskusstvennykh sooruzheniy na nikh*, Barnaul, 2003. pp. 75-78.

4. Lanis A.L., Razuvaev D.A., Vostrikov K.V. K voprosu razrabotki konstruktsey uchastka nasypi peremennoy zhestkosti na podkhodakh k mostu [To a question of development of designs of a site of an embankment of variable rigidity on approaches to the bridge]. *Sovremennye problemy proektirovaniya, stroitelstva i ekspluatatsii zheleznodorozhnogo puti: mat-ly IX nauch.-tekhn. konf. s mezhduna-rodnyim uchastiem, g. Mooscow. (4-5 aprelya 2012)*, Mooscow, 2012. pp. 185- 188.

5. Lanis A.L., Lomov P.O. K voprosu opredeleniya gruntovykh parametrov, okazyvayushchikh vliyaniye na diametr raskatannoy skvazhiny [To a question of determination of the soil parameters exerting impact on diameter of the rolled well]. *Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dalnego Vostoka*, Novosibirsk, NGAVT, 2015, no 3. pp. 92 – 97.

6. ГОСТ Р 52748-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения [State standard Р 52748-2007 public highways. Standard loadings, settlement schemes of loading and dimensions of approach]. Moscow, Standartinform, 2008. 13 p.

7. ОДН 218.046–01. Проектирование нежестких дорожных одежд [ODN 218.046-01. Design of nonrigid road clothes]. Moscow, Informavtodor, 2001. 145 p.

8. СТП ТУАД 32-03–2000. Расчетные значения характеристик глинистых грунтов земляного полотна для проектирования по условиям морозостойчивости и прочности нежестких дорожных одежд автомобильных дорог Новосибирской области [СТП ТУАД 32-03-2000. Calculated values of characteristics of clay soil of a road bed for design under the terms of frost resistance and durability of nonrigid road clothes of highways of the Novosibirsk region]. *ТУАД НСО*, Tomsk, ТГАСУ, 2000. 32 p.

9. Smolin Yu.P., Lanis A.L., Razuvaev D.A. Issledovanie dinamicheskikh vozdeystviy avto-transportom na dorozhnuyu odezhdu, zakreplennuyu sinteticheskim polimerom [Research of dynamic influences by motor transport on the road clothes fixed by synthetic polymer]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, Tomsk: ТГАСУ, 2012, no 2 (35). pp. 230 – 234.

Ланис Алексей Леонидович (Новосибирск, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Геология, основания и фундаменты» ФГБОУ ВО «СГУПС» (630049, Новосибирск, ул. Д. Ковальчук - 191, e-mail: alangeo@bk.ru).

Разуваев Денис Алексеевич (Новосибирск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Изыскания, проектирование и постройка железных и автомобильных дорог» ФГБОУ ВО «СГУПС» (630015, г. Новосибирск, 630049, Новосибирск, ул. Д. Ковальчук - 191, e-mail: razdenis@mail.ru).

Ломов Петр Олегович (Новосибирск, Россия) – аспирант, преподаватель кафедры «Теоретическая механика» ФГБОУ ВО «СГУПС» (630015, г. Новосибирск, 630049, Новосибирск, ул. Д. Ковальчук - 191, e-mail: lomovpo@mail.ru).

Aleksey L. Lanis (Novosibirsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Ass. Professor, Department «Geology, bases and foundations» Siberian State University of Transport Engineering (630015, Novosibirsk, 630049, Novosibirsk, D. Kovalchuk St. - 191, e-mail: alangeo@bk.ru).

Denis A. Razuvaev (Novosibirsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Ass. Professor Department «Research, design and construction of Railways and roads» Siberian State University of Transport Engineering (630015, Novosibirsk, 630049, Novosibirsk, D. Kovalchuk St. - 191, e-mail: razdenis@mail.ru).

Petr O. Lomov (Novosibirsk, Russian Federation) – postgraduate student, teacher of Department «Theoretical Mechanics» Siberian State University of Transport Engineering (630015, Novosibirsk, 630049, Novosibirsk, D. Kovalchuk St. – 191, e-mail: lomovpo@mail.ru).

УДК 625.72:528.48:658.562

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРОЛОЖЕНИЯ НИВЕЛИРНЫХ ХОДОВ ПРИ ИЗЫСКАНИИ И ВЫНОСА ВЫСОТНЫХ ОТМЕТОК ПИКЕТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ю.В. Столбов¹, С.Ю. Столбова¹, Л.А. Пронина¹, И.Е. Старовойтов²

¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

²Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Россия, г. Омск.

Аннотация. Рассмотрено обеспечение точности проложения нивелирных ходов при изыскании и выноса высотных отметок пикетов при строительстве автомобильных дорог. Приведены допуски, классы нивелирования и длины высотных ходов при проложении их вдоль или по трассе при изыскании и выносе высотных отметок пикетов при строительстве автомобильных дорог с учетом их категорий, использования комплектов машин выдерживания высотных отметок и коэффициентов точности технологических процессов при выполнении геодезических и строительных работ.

Ключевые слова: автомобильные дороги, изыскание и строительство, технологические процессы, обеспечение точности, проложение нивелирных ходов, вынос высотных отметок пикетов.

Введение

Для обеспечения регламентированного высотного положения конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог необходимы обоснованные нормы точности геодезических разбивочных работ по стадиям их выполнения. В нормативных документах по регламентации точности строительства автомобильных дорог, в СНиП 3.06.03 – 85 [1] и актуализированной редакции этого документа своде - правил СП 78.13330.2012 [2], нет норм точности допусков на геодезические разбивочные работы. В ранее действующих нормативных документах [3] и [4], по правилам производства и приемки работ при строительстве автомобильных дорог, были указаны допустимые отклонения (предельные погрешности) не только на строительные, но и на геодезические работы, в отличие от ныне действующих СНиП 3.06.03 – 85 [1] и СП 78.13330.2012 [2].

В СНиП 3.01.03 – 84 [5] и его актуализированной редакции – своде правил СП 126.13330.2012 [6], приведены величины среднеквадратических погрешностей разбивочных сетей и геодезических измерений, в процессе строительства автомобильных дорог, без учета их категорий, использования комплектов машин выдерживания высотных отметок, стадий выполнения работ, коэффициентов точности технологических процессов при устройстве их оснований и покрытий.

Следовательно, для обеспечения регламентируемого высотного положения оснований и покрытий дорожных одежд, необходимо обоснование норм точности: проложения нивелирных ходов вдоль или по трассе автомобильных дорог при изыскании (с закреплением рабочих реперов вне зоны производства земляных работ при их строительстве); разбивки (выноса) высотных отметок пикетов от рабочих реперов на

трассу автомобильных дорог; детальной разбивки высотных отметок поверхностей конструктивных слоев оснований и покрытий для их устройства; геодезического контроля при устройстве конструктивных слоев оснований и покрытий, приемке и оценке качества строительства автомобильных дорог.

Обеспечение точности геодезических работ при изыскании и строительстве автомобильных дорог

Расчет и обоснование допусков на геодезические работы с учетом: категорий автомобильных дорог, использования комплектов машин с автоматической или без с автоматической системами задания (выдерживания) высотных (вертикальных) отметок при их возведении, точности технологических процессов при устройстве оснований и покрытий, геодезическом контроле, детальной разбивке и выносе высотных отметок пикетов на трассу дорог, рассмотрены в работах [7,8,9], согласно требованиям обеспечения их заданного высотного положения в СНиП [1]. В работе [10] рассмотрены расчеты и обоснование допусков на геодезические работы, с учетом отмеченных выше факторов, на стадии изысканий при проложении нивелирных ходов и на стадиях строительства (при детальной разбивке и выносе высотных отметок пикетов) автомобильных дорог, согласно требованиям обеспечения их заданного высотного положения в СП [2].

При этом расчеты и обоснование допусков на геодезические работы рассмотрены в обратной последовательности их выполнения в действительности (в производственной практике).

Для расчета и обоснования допусков для геодезического контроля и строительных работ, согласно [7], за основу приняты допустимые значения амплитуд (алгебраических разностей) высотных отметок поверхностей оснований и покрытий автомобильных дорог, регламентируемые в нормативном документе [1].

Для расчета и обоснования допусков на геодезические работы, при детальной разбивке, выносе высотных отметок пикетов и проложения нивелирных ходов вдоль или по трассе автомобильных дорог, за основу приняты допустимые отклонения высотных отметок от проектных, регламентируемые в нормативных документах [1,2].

В СП [2] предусмотрено обеспечение допустимых отклонений высотных отметок от

проектных с доверительной вероятностью $P=0,9$, а в СНиП [1] – с доверительными вероятностями $P=0,9$ при оценке качества работ на «хорошо», а при $P=0,95$ – на «отлично».

Качество работ зависит от коэффициентов точности технологических процессов их выполнения. Коэффициент точности технологического процесса – это коэффициент соотношения T_n апостериори ($T_n = \delta_{\text{н}}/m_{\text{ф}}$) при переходе от фактических среднеквадратических к предельным нормированным погрешностям (допустимым отклонениям), подобный нормируемому множителю t априори ($t = \delta/m$) при переходе от среднеквадратических к предельным погрешностям ($t=1,64$ при $P=0,9$, а $t=2,0$ при $P=0,95$).

Тогда для обеспечения допустимого отклонения высотных отметок поверхностей оснований и покрытий автомобильных дорог от проектных при детальной разбивке коэффициенты точности технологических процессов должны быть $T_{\text{др}}=1,64$ при $P=0,9$, а $T_{\text{др}}=2,0$ при $P=0,95$.

Вынос высотных отметок пикетов (как правило, осуществляется путем проложения коротких высотных ходов между рабочими реперами) и проложение нивелирных ходов вдоль или по трассе автомобильных дорог выполняют специалисты геодезического профиля.

Учитывая, что при выполнении геодезических работ в строительстве, согласно СНиП [5] и СП [6], нормируемые множители t , при переходе от среднеквадратических к предельным погрешностям, принимаются равными 2; 2,5 или 3. Поэтому, точность технологических процессов выноса высотных отметок пикетов и проложение нивелирных ходов вдоль или по трассе автомобильных дорог можно принять соответственно равными $T_{\text{вп}}=2,0$ и $T_{\text{нх}}=2,0$, т.е. с доверительной вероятностью обеспечения допустимых отклонений (предельных погрешностей) с $P=0,95$.

В работе [10] выполнены расчеты по обоснованию допусков на геодезические работы для возведения автомобильных дорог с учетом коэффициентов точности технологических процессов:

- устройства оснований и покрытий - $T_n=1,0; 1,5; 1,64; 2,0$ и $2,5$;
- детальной разбивки высотных отметок поверхностей оснований и покрытий - $T_{\text{др}}=1,64$ и $2,0$ с учетом $T_n=1,0; 1,5; 1,64; 2,0$ и $2,5$;

- выноса высотных отметок пикетов от рабочих реперов - $T_{вп}=2,0$ с учетом $T_{др}=1,64$ и $2,0$ и $T_n=1,0; 1,5; 1,64; 2,0$ и $2,5$;

- проложение нивелирных ходов с закреплением рабочих реперов $T_{нх}=2,0$ с учетом $T_{вп}=2,0; T_{др}=1,64; 2,0$ и $T_n=1,64$ и $2,0$.

При этом расчет и обоснование допусков для проложения нивелирных ходов выполнено только при коэффициентах точности технологических процессов устройства оснований и покрытий автомобильных дорог $T_n = 1,64$ и $T_n = 2,0$.

Выполним дополнительно расчеты допусков для проложения нивелирных ходов при устройстве оснований и покрытий $T_n=1,0; 1,5$ и $2,5$, а также обоснование классов нивелирования и длины высотных ходов вдоль или по трассе автомобильных дорог и классов точности нивелирования между рабочими реперами.

Согласно, работы [10] и дополнительных расчетов допусков на геодезические работы, приведем нормы точности в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Значения предельных (допустимых отклонений) и среднеквадратических погрешностей для всех категорий дорог, при применении комплекта машин с автоматической системой выдерживания заданных высотных отметок

T_n	$\delta_{др}, \text{ММ}$	$T_{др}$	$m_{др}, \text{ММ}$	$T_{вп}$	$m_{вп}, \text{ММ}$	$\delta_{вп}, \text{ММ}$	$T_{нх}$	$m_{нх}, \text{ММ}$	$\delta_{нх}, \text{ММ}$
1,0	4,5	1,64	2,74	2,0	2,47	4,04	2,0	2,22	3,64
		2,00	2,25		2,02			1,82	
1,5	5,5	1,64	3,35	2,0	3,02	4,94	2,0	2,72	4,46
		2,00	2,75		2,47			2,23	
1,64	6,1	1,64	3,72	2,0	3,35	5,48	2,0	3,02	4,94
		2,00	3,05		2,74			2,47	
2,0	9,0	1,64	5,49	2,0	4,94	8,1	2,0	4,45	7,30
		2,00	4,5		4,05			3,65	
2,5	10,0	1,64	6,1	2,0	5,49	9,0	2,0	4,94	8,1
		2,00	5,0		4,40			4,05	

Таблица 2 – Значения предельных (допустимых отклонений) и среднеквадратических погрешностей для дорог IV и V категории общего пользования, при применении комплекта машин с без автоматической системой выдерживания заданных высотных отметок

T_n	$\delta_{др}, \text{ММ}$	$T_{др}$	$m_{др}, \text{ММ}$	$T_{вп}$	$m_{вп}, \text{ММ}$	$\delta_{вп}, \text{ММ}$	$T_{нх}$	$m_{нх}, \text{ММ}$	$\delta_{нх}, \text{ММ}$
1,0	11,25	1,64	6,86	2,0	6,17	10,12	2,0	5,55	9,11
		2,00	5,62		5,06			4,55	
1,5	13,75	1,64	8,39	2,0	7,55	12,38	2,0	6,86	11,14
		2,00	6,86		6,19			5,57	
1,64	15,25	1,64	9,30	2,0	8,37	13,72	2,0	7,53	12,35
		2,00	7,62		6,86			6,17	
2,0	22,25	1,64	13,72	2,0	12,35	20,24	2,0	11,12	18,22
		2,00	11,25		10,12			9,11	
2,5	25	1,64	15,24	2,0	13,72	22,5	2,0	12,35	20,27
		2,00	12,5		11,25			10,13	

Предельная погрешность $\delta_{нх}$ в самом слабом месте геометрического нивелирования (середине хода) после его уравнивания равна половине полученной невязки в ходе f_h ($\delta_{нх} = f_h / 2$). Зная значения предельных погрешностей можно установить каким классом точности нивелирования следует определять высотные отметки ходов и рассчитать допустимые предельные их длины.

Приведем формулы определения допустимых невязок в ходах геометрического нивелирования различных классов точности и технического, согласно инструкции [11]:

$$\text{I класс: } f_{пред} = 3\sqrt{L}, \text{ мм;} \quad (1)$$

$$\text{II класс: } f_{пред} = 5\sqrt{L}, \text{ мм;} \quad (2)$$

$$\text{III класс: } f_{пред} = 10\sqrt{L}, \text{ мм;} \quad (3)$$

$$\text{IV класс: } f_{пред} = 20\sqrt{L}, \text{ мм;} \quad (4)$$

$$\text{Техническое: } f_{пред} = 50\sqrt{L}, \text{ мм;} \quad (5)$$

где L – длина хода в километрах.

Зная предельные допустимые невязки нивелирных ходов, можно рассчитать предельные их длины, прокладываемых по трассам автомобильных дорог с закреплением (вне зоны земляных работ при строительстве дорог) рабочих реперов и установить каким классом нивелирования следует определять их высотные отметки. Например, если предельная погрешность равна $\delta_{нх} = 4,94\text{мм}$, а $f_n = 9,88\text{мм}$ тогда предельная длина хода, с учетом формулы (3), вычисляется по выражению:

$$L_{пред} = \left(\frac{f_{пред}}{10} \right)^2. \quad (6)$$

Для рассматриваемого примера длина высотного хода, выполняемая по программе нивелирования III класса точности, составит $L=1,0\text{км}$.

Предельные допустимые невязки и предельные длины нивелирных ходов, прокладываемые по трассе автомобильных дорог с закреплением (вне зоны земляных работ при строительстве) рабочих реперов, согласно регламентации классов точности нивелирования, в соответствии с [11], в зависимости от показателей технологических процессов, для разных категорий дорог приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Значения длин нивелирных ходов вдоль или по трассе автомобильных дорог всех категорий, согласно регламентации классов точности нивелирования, при применении комплекта машин с автоматической системой выдерживания заданных высотных отметок

T_n	$\delta_{нх}, \text{мм}$	$f, \text{мм}$	$L, \text{км}$	Класс точности нивелирного хода
1,0	3,64	7,28	0,54	III класс
1,5	4,46	8,92	0,80	III класс
1,64	4,94	9,88	0,98	III класс
2,0	7,30	14,60	2,13	III класс
2,5	8,10	16,20	2,62	III класс

Таблица 4 – Значения длин нивелирных ходов, вдоль или по трассе автомобильных дорог для IV и V категории, согласно регламентации классов точности нивелирования, при применении комплекта машин с без автоматической системой выдерживания заданных высотных отметок

T_n	$\delta_{нх}, \text{мм}$	$f, \text{мм}$	$L, \text{км}$	Класс точности нивелирного хода
1,0	9,11	18,22	0,82	IV класс
1,5	11,14	22,28	1,24	IV класс
1,64	12,35	24,70	1,50	IV класс
2,0	18,22	36,44	3,30	IV класс
2,5	20,27	40,52	4,10	IV класс

При возведении автомобильных дорог, вынос высотных отметок пикетов выполняется путем проложения коротких нивелирных ходов между рабочими реперами. В СП 78.13330.2012 [2] указано, что расстояния между закрепленными

рабочими реперами, должны быть 500м. Приведем расчеты точности проложения высотных ходов между рабочими реперами и определим классы точности нивелирования, для обеспечения нормированного значения выноса пикетов.

Таблица 5 – Классы точности нивелирных ходов между рабочими реперами при выносе высотных отметок пикетов на трассу автомобильных дорог для всех категорий, при применении комплекта машин с автоматической системой выдерживания заданных высотных отметок

T_n	$\delta_{вп}, \text{мм}$	$f, \text{мм}$	Класс точности нивелирования
1,0	4,04	8,08	III класс
1,5	4,94	9,88	III класс
1,64	5,48	10,96	III класс
2,0	8,10	16,20	IV класс
2,5	9,00	18,00	IV класс

Таблица 6 – Классы точности нивелирных ходов между рабочими реперами при выносе высотных отметок пикетов на трассу автомобильных дорог IV и V категорий, при применении комплекта машин с без автоматической системы выдерживания заданных высотных отметок

T_n	$\delta_{вп}, \text{мм}$	$f, \text{мм}$	Класс точности нивелирования
1,0	10,12	20,24	IV класс
1,5	12,38	24,76	IV класс
1,64	13,72	27,44	IV класс
2,0	20,24	40,48	техническое
2,5	22,50	45,00	техническое

Заключение

Для обеспечения, регламентированного высотного положения поверхностей конструктивных слоев, приведены обоснованные значения среднеквадратических и предельных погрешностей нивелирных ходов при изыскании выноса высотных отметок пикетов при строительстве автомобильных дорог, с учетом точности технологических процессов устройства их основания и покрытий и выполнения геодезических работ.

При этом необходимо выполнять налаживание точности технологических процессов при возведении автомобильных дорог не по допускаемым отклонениям а по среднеквадратическим погрешностям (отклонениям), с доверительными вероятностями $P=0,9$ или $P=0,95$.

Библиографический список

1. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги: утв. Комитетом Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР). – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 106 с.
2. СП 78.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги. – М.: Минрегион России, 2012. – 118с.
3. СНиП III-Д.5-62. Автомобильные дороги. Правила организации строительства и производства работ. Приемка в эксплуатацию. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат. 1963. – 87с.
4. СНиП III-Д.5-73. Автомобильные дороги. Правила производства и приемки работ. Приемка в эксплуатацию. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат. 1973. – 89 с.
5. СНиП 3.01.03 – 84. Геодезические работы в строительстве: утв. Комитетом Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР). – М.: Стройиздат, 1985. – 28 с.
6. СП 126.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве. – М.: Минрегион России, 2012. – 84 с.
7. Столбов, Ю.В. Обоснование допусков на строительные и геодезические работы для обеспечения высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог / Ю.В. Столбов,

С.Ю. Столбова, Д.О. Нагаев, К.С. Кокуленко // Изв. вузов. Строительство. – 2010. – №9. – С.75-80.

8. Столбов, Ю.В. Обоснование и обеспечение необходимой точности детальной разбивки вертикальных отметок конструктивных слоев дорожных одежд / Ю.В. Столбов, С. Ю. Столбова, Д.О. Нагаев, Л.А. Пронина // Омский научный вестник. – 2012. – № 2 (114) – С. 261–263.

9. Столбова, С.Ю. Расчет допусков на разбивку вертикальных отметок пикетов автомобильных дорог с учетом точности технологических процессов их строительства / С.Ю. Столбова // Вестник СибАДИ. – 2014. – 4 (38). – С. 83-87.

10. Столбов, Ю.В. Расчет допусков на геодезические разбивочные работы с учетом точности технологических процессов при изысканиях и строительстве автомобильных дорог / Ю.В. Столбов, С.Ю. Столбова, Л.А. Пронина, И.Е. Старовойтов // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 5 (45). – С. 87-92.

11. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – М.: ЦНИИГАиК, 2003 – 252 с.

ENSURING ACCURACY OF PROLOZHENIYA OF THE LEVELLING COURSES AT RESEARCH AND CARRYING OUT OF ELEVATION MARKS OF PICKETS AT CONSTRUCTION OF HIGHWAYS

YU.V. Stolbov, S.YU. Stolbova,
L.A. Pronina, I.E. Starovoytov

Abstract. Ensuring accuracy of a prolozheniye of the leveling courses at research and carrying out of elevation marks of pickets at construction of highways is considered. Admissions, classes of leveling and length of the high-rise courses at their prolozheniye are provided lengthways or on the route at research and carrying out of elevation marks of pickets at construction of highways taking into account their categories, uses of sets of cars of keeping of elevation marks and coefficients of accuracy of technological processes when performing geodetic and construction works.

Keywords: highways, research and construction, technological processes, ensuring accuracy, prolozheny leveling courses, carrying out of elevation marks of pickets.

References

1. SNiP 3.06.03-85. *Avtomobil'nye dorogi: utv. Komitetom Soveta Ministrov SSSR po delam stroitel'stva (Gosstroj SSSR)* [Construction Norms and Regulations 3.06.03-85]. Moscow, CITP Gosstroja SSSR, 1985. 106 p.
 2. SP 78.13330.2012 *Aktualizirovannaja redakcija SNiP 3.06.03-85 Avtomobil'nye dorogi* [The joint venture 78.13330.2012 Staticized edition Construction Norms and Regulations 3.06.03-85 Highways]. Moscow, Minregion Rossii, 2012. 118 p.
 3. SNiP III-D.5-62. *Avtomobil'nye dorogi. Pravila organizacii stroitel'stva i proizvodstva rabot. Priemka v jekspluaciju. Gosstroj SSSR* [III-D.5-62 Construction Norms and Regulations. Highways. Rules of the organization of construction and works. Acceptance for operation]. Moscow, Strojizdat. 1963. 87 p.
 4. SNiP III-D.5-73. *Avtomobil'nye dorogi. Pravila proizvodstva i priemki rabot. Priemka v jekspluaciju. Gosstroj SSSR* [III-D.5-73 Construction Norms and Regulations. Highways. Rules of production and acceptance of work. Acceptance for operation. State Committee for Construction of the USSR]. Moscow, Strojizdat. 1973. 89 p.
 5. SNiP 3.01.03 – 84. *Geodezicheskie raboty v stroitel'stve: utv. Komitetom Soveta Ministrov SSSR po delam stroitel'stva (Gosstroj SSSR)* [Construction Norms and Regulations 3.01.03 – 84. Geodetic works in construction: utv. Committee of Council of ministers of the USSR for construction (the State Committee for Construction of the USSR)]. Moscow, Strojizdat, 1985. 28 p.
 6. SP 126.13330.2012 *Aktualizirovannaja redakcija SNiP 3.01.03-84 Geodezicheskie raboty v stroitel'stve* [The joint venture 126.13330.2012 Staticized edition Construction Norms and Regulations 3.01.03-84 Geodetic works in construction]. Moscow, Minregion Rossii, 2012. 84 p.
 7. Stolbov Ju.V., Stolbova S.Ju., Nagaev D.O., K.S. Kokulenko *Obosnovanie dopuskov na stroitel'nye i geodezicheskie raboty dlja obespechenija vysoznogo polozhenija osnovanij i pokrytij avtomobil'nyh dorog* [Justification of admissions on construction and geodetic works for providing high-rise provision of the bases and coverings of highways]. *Izv. vuzov. Stroitel'stvo*, 2010, no 9. pp.75-80.
 8. Stolbov Ju.V., Stolbova S. Ju., Nagaev D.O., Pronina L.A. *Obosnovanie i obespechenie neobhodimoj tochnosti detal'noj razbivki vertikal'nyh otmetok konstruktivnyh sloev dorozhnyh odezhd* [Justification and ensuring necessary accuracy of detailed breakdown of vertical marks of constructive layers of road clothes]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2012, no 2 (114) pp. 261–263.
 9. Stolbova S.Ju. *Raschet dopuskov na razbivku vertikal'nyh otmetok piketov avtomobil'nyh dorog s uchetom tochnosti tehnologicheskikh processov ih stroitel'stva* [Calculation of admissions on breakdown of vertical marks of pickets of highways taking into account the accuracy of technological processes of their construction]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 4 (38). pp. 83-87.
 10. Stolbov Ju.V., Stolbova S.Ju., Pronina L.A., Starovojtov I.E. *Raschet dopuskov na geodezicheskie razbivochnye raboty s uchetom tochnosti tehnologicheskikh processov pri izyskanijah i stroitel'stve avtomobil'nyh dorog* [Calculation of admissions for geodetic marking works taking into account the accuracy of technological processes at researches and construction of highways]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 5 (45). pp. 87-92.
 11. *Instrukcija po nivelirovaniju I, II, III i IV klassov* [Instruction for leveling I, II, III and IV classes]. Moscow, CNIIGAiK, 2003. 252 p.
- Stolbov Юрий Викторович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры «Геодезия» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: lssu0810@mail.ru).
- Stolbova Светлана Юрьевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Недвижимость и строительный бизнес» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).
- Пронина Лилия Анатольевна (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры «Геодезии» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).
- Starovojtov Илья Евгеньевич (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры «Геодезии и дистанционного зондирования» ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина (644008, г. Омск, Институтская площадь, 2 e-mail: SSU 0810@mail.ru).
- Stolbov Yury Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of Geodeziya of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: lssu0810@mail.ru).
- Stolbova Svetlana Yurevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor, the department chair "Real estate and construction business" of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).
- Pronina Lilia Anatolyevna (Russian Federation, Omsk) – the graduate student of Geodezii chair of The Siberian automobile and highway academy (SibADI)(644080, Omsk, Mira Ave., 5).
- Starovoytov Ilya Evgenyevich (Russian Federation, Omsk) – the graduate student of chair "Geodesy and remote sensing" Omsk State agricultural university of P. A. Stolypin (644008, Omsk, Institutskaya Square, 2 e-mails: SSU 0810@mail.ru).

РАЗДЕЛ IV

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.421:658.512.2:681.587.34

АЛГОРИТМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОПРИВОДА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ю.Е. Ионова

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

Аннотация. Гидропривод рулевого управления колесной машины рассмотрен как пример следящего привода. Приведен принцип работы гидропривода рулевого управления колесной машины. Обоснованы геометрические параметры гидрораспределителя. Отверстия гидромоторного ряда рассмотрены с точек зрения геометрических размеров и гидравлических характеристик. Составлена методика расчета рациональных геометрических параметров гидрораспределителя. Приведен алгоритм выбора основных параметров гидропривода рулевого управления.

Ключевые слова: гидропривод рулевого управления, исполнительный гидроцилиндр, гидромотор обратной связи, гидрораспределитель, методика расчета, алгоритм, следящий привод.

Введение

Следящий привод, независимо от его отраслевой принадлежности и назначения, характеризуется его динамическими характеристиками. Актуальной проблемой является разработка системы автоматизированного проектирования, базирующаяся на совершенных моделях функционирования и технического состояния объекта.

Принцип работы гидропривода рулевого управления колесной машины.

Типичным представителем следящего гидропривода (регулируемый гидропривод, закон движения выходного звена которого изменяется в зависимости от управляющего воздействия) является гидропривод рулевого управления колесной машины. Принцип работы гидропривода рулевого управления рассмотрен на основе гидравлической принципиальной схемы, представленной на рисунке 1. С рулевым колесом 5 и гидромотором обратной связи 3 который кинематически связан с шестилинейным трехпозиционный распределителем 4 следящего действия, который в свою очередь линиями a и c связан с исполнительным гидроцилиндром 6, линией b – с гидробаком 1, линиями d и f - с гидромотором обратной связи 3, линией e - с питающим насосом 2 [1,2,3,4].

Известно, что гидравлический исполнительных механизм является астатической системой, что создает определенные трудности в управлении. В связи с этим в большинстве известных следящих гидроприводах используется принцип жесткой отрицательной обратной связи, когда астатическое звено охватывается дополнительным контуром отрицательной обратной связи. Не исключением является гидравлический рулевой механизм, в котором исполнительным элементом является гидроцилиндр, а роль элемента жесткой отрицательной обратной связи выполняет гидромотор отрицательной обратной связи (насос-дозатор) [5].

Основным задающим элементом является золотниковый гидрораспределитель вращательного типа, обеспечивающий оптимальное соотношение компактности и технологической простоты изготовления. В рулевом механизме он представлен цилиндрическим золотником, состоящим из гильзы и золотника. При повороте рулевого колеса золотник смещается на угол $\varphi(t)$, открывая окна гидромоторного ряда. При этом жидкость, проходя через гидромотор обратной связи, поступает в исполнительный гидроцилиндр. Гидромотор смещает гильзу гидрораспределителя на угол $\varphi_{oc}(t)$, тем самым регулируя площади проходных

сечений каналов гидрораспределителя S и, как следствие, расход рабочей жидкости Q на выходе из рулевого механизма (рисунок 2) [6].

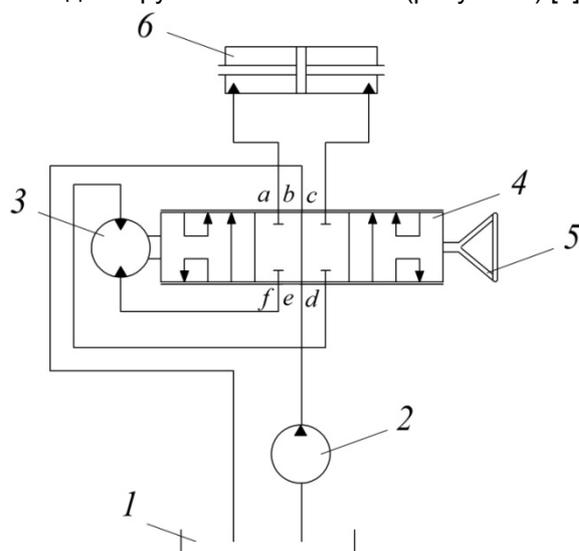


Рис. 1. Схема гидравлическая принципиальная гидропривода рулевого управления

Геометрические параметры гидрораспределителя рулевого управления.

От качества исполнения вращающегося гидрораспределителя, его геометрических параметров во многом зависит качество управления машиной в целом. Именно гидрораспределитель в основном определяет динамические свойства рулевого механизма.

Как и в любом гидрораспределителе важными геометрическими параметрами являются: диаметр золотника, площадь расходных окон, их форма, величина перекрытия, они во многом определяют запаздывание гидропривода в целом.

В работе представлена методика расчета рациональных параметров золотниковой пары вращающегося гидрораспределителя. На расход рабочей жидкости влияет площадь проходных сечений каналов гидромоторного ряда, которая в свою очередь зависит от конструктивного исполнения каналов в гильзе и золотнике. На основе анализа было выявлено, что наилучшая нелинейная характеристика получается при выполнении каналов гидромоторного ряда в гильзе в виде отверстий, в золотнике в виде проточек. К исследуемым в работе параметрам гидрораспределителя относятся: d - диаметр отверстия, D - диаметр окружности

сопряжения; n - число отверстий, ширина проточки в золотнике равна диаметру отверстия (рис. 2).

Для каждой совокупности исследуемых параметров имеет место результирующий - ширина зоны нечувствительности φ , она определяет быстродействие отклика колес на задающее воздействие от рулевого колеса.

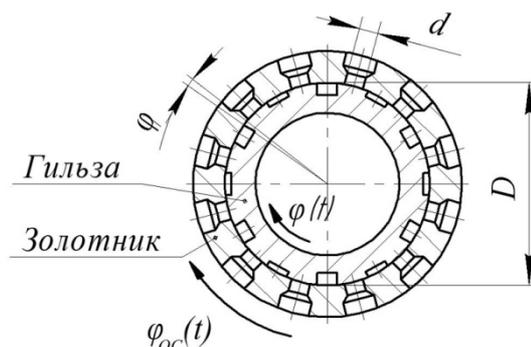


Рис. 2. Сечение золотникового гидрораспределителя

Динамические характеристики рулевого управления.

Гидропривод рулевого управления - сложная динамическая система. Выходные параметры предыдущих элементов являются входными для последующих, на элементы действуют внешние возмущающие и управляющие воздействия. Для описания системы в целом была проведена декомпозиция системы и описан каждый из составляющих ее элементов совокупностью дифференциальных уравнений. Математическое моделирование системы проводилось с помощью программы MATLAB.

Для определения качественных и количественных характеристик были получены переходные процессы изменения расхода жидкости, давления (рис. 3,а) и скорости и перемещения штока гидроцилиндра (рис. 3,б) при различных значениях варьируемых параметров гидрораспределителя. Устойчивость системы была установлена с использованием метода фазовых траекторий. Качество переходных процессов определялось колебательностью и перерегулированием. По результатам исследований был сделан вывод, что система устойчива, колебательность и перерегулирование равны нулю [7,8].

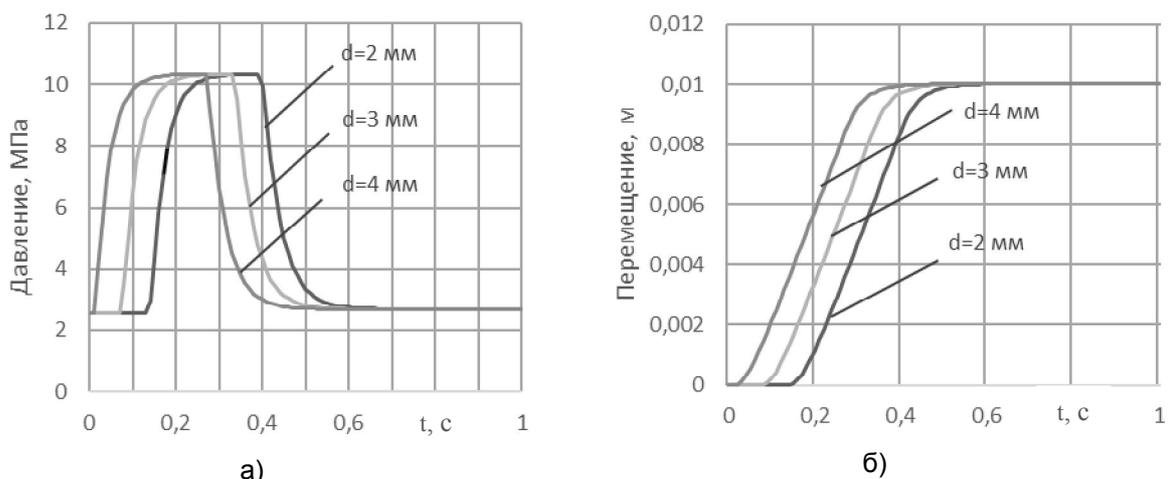


Рис. 3. Динамические характеристики рулевого управления: а) изменение давления на выходе из гидрораспределителя, б) перемещение штока гидроцилиндра

Методика расчета рационального значения диаметра отверстий гидромоторного ряда.

Время запаздывания гидропривода рулевого управления влияет на быстроту отклика колес машины на задающее воздействие от рулевого колеса. Время запаздывания зависит от ширины зоны нечувствительности. По результатам анализа [8] в качестве критерия эффективности было выбрано время запаздывания τ , целевая функция $\varphi_1(n,d,D) \rightarrow \varphi_{1min}$. Для разгрузки от одностороннего давления рабочей жидкости число отверстий необходимо выбирать четным и более 4. На изделия накладываются технологические ограничения $d \geq 3$ мм. Диаметры окружности сопряжения D варьировались в пределах от 22 до 42 мм.

При расчете гидропривода основное внимание уделяют расчету параметров исполнительных гидроцилиндров, подачи насоса и насосу-дозатору. Гидропривод должен обеспечивать следующие выходные параметры [5]: максимальный момент или сила, создаваемые исполнительным гидроцилиндром; наибольший угол поворота управляемых колес; минимальное время поворота колес.

В работе в дополнении к рассматриваемым параметрам изучено влияние конструктивного исполнения некоторых элементов гидрораспределителя. Гидрораспределитель по своей сути является регулируемым дросселем, проходное сечение которого определяется взаимным положением гильзы и золотника. Разработана методика, в которой расчет диаметров отверстий гидромоторного ряда

гидрораспределителя рассмотрен с двух позиций: с точки зрения геометрических размеров и с точки зрения гидравлических характеристик.

С геометрической точки зрения диаметр отверстия d - это хорда окружности сопряжения гильзы и золотника. Для ее расчета необходимо знать диаметр окружности сопряжения D , число отверстий и проточек и ширину зоны нечувствительности φ [9]:

$$d_{\text{ГЕОМ}} = D \sin \left(\frac{180 (\pi D - n\varphi)}{2\pi D} \right). \quad (1)$$

С точки зрения гидравлики диаметр отверстия рассчитывался из уравнения расхода через дроссель [9]:

$$d_{\text{ГИДР}} = \sqrt{\frac{4Q}{\mu n \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}}} \quad (2)$$

где d - диаметр отверстия, Q - расход жидкости, μ - коэффициент расхода, ρ - плотность жидкости, Δp - перепад давления, n - число отверстий.

На рисунке 4 представлен пример расчета рационального значения диаметра отверстия гидромоторного ряда, представлена гидравлическая кривая, три геометрические с разной шириной зоны нечувствительности (1, 2, 3 мм), наложено технологическое ограничение $d \geq 3$ мм. На пересечении кривой гидравлической зависимости с кривыми геометрической зависимости определяем рациональное значение, для заданных требований оно равно 3,5 мм, число отверстий равно 12.

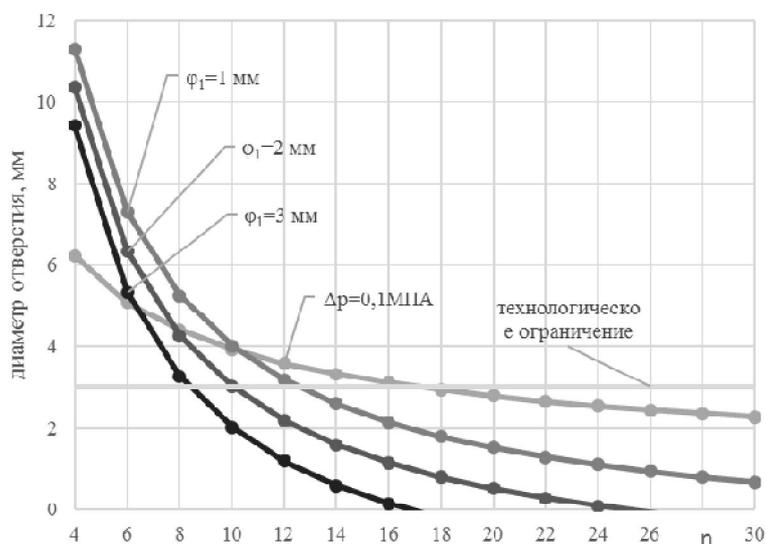


Рис. 4. Пример расчета рационального значения диаметра отверстия гидромоторного ряда гидрораспределителя

Алгоритм системы автоматизации проектирования основных параметров гидропривода рулевого управления.

В настоящее время расчет параметров гидропривода осуществляется на основе инженерного опыта конструкторов, отсутствуют научно обоснованные методики выбора параметров гидропривода рулевого управления. Разработка системы автоматизации проектирования основных параметров гидропривода рулевого управления является актуальной задачей. Структура алгоритма методики представлена на рисунке 5. Для работы алгоритма необходимо ввести исходные данные [9,10, 11, 12, 13]:

- p – давление в гидросистеме;
- Δp – перепад давления в гидрораспределителе;
- F – сила на штоке гидроцилиндра;
- H – ход штока гидроцилиндра;
- η_r – КПД гидравлический;
- η_m – КПД механический;
- $\eta_{об}$ – КПД объемный;
- $n_{ГМ}$ – частота вращения вала гидромотора обратной связи;
- n_H – частота вращения вала гидронасоса;
- D – диаметр окружности сопряжения;
- n – число отверстий гидромоторного ряда;
- ϕ – ширину зоны нечувствительности;
- μ – коэффициент расхода;
- ρ – плотность жидкости.

Первоначально $D = 22\text{ мм}$, $\phi = 1\text{ мм}$. Последовательно проводится расчет параметров гидроцилиндра и выбор рационального гидроцилиндра из базы данных по диаметру поршня, диаметру штока и ходу штока, расчет параметров гидромотора обратной связи и питающего насоса и их выбор из баз данных по рабочим объемам. По формулам (1) и (2) проводится расчет диаметров отверстий гидромоторного ряда и выбор его рационального значения.

Заклучение

Использование методики позволяет по заданным требованиям рассчитать рациональную конструкцию гидрораспределителя, подобрать элементы гидропривода рулевого управления. Разработанная методика может служить базой для компоновки гидропривода рулевого управления с целью улучшения его динамических характеристик.

Выявленные функциональные зависимости, характеризующие влияние геометрических параметров гидрораспределителя рулевого управления, отражают общие закономерности следящих приводов в различных отраслях техники. Предложенная методика позволяет рассчитать рациональные параметры цилиндрических гидрораспределителей рулевого механизма колесных машин, может быть применена при разработке гидроприводов в других отраслях техники.

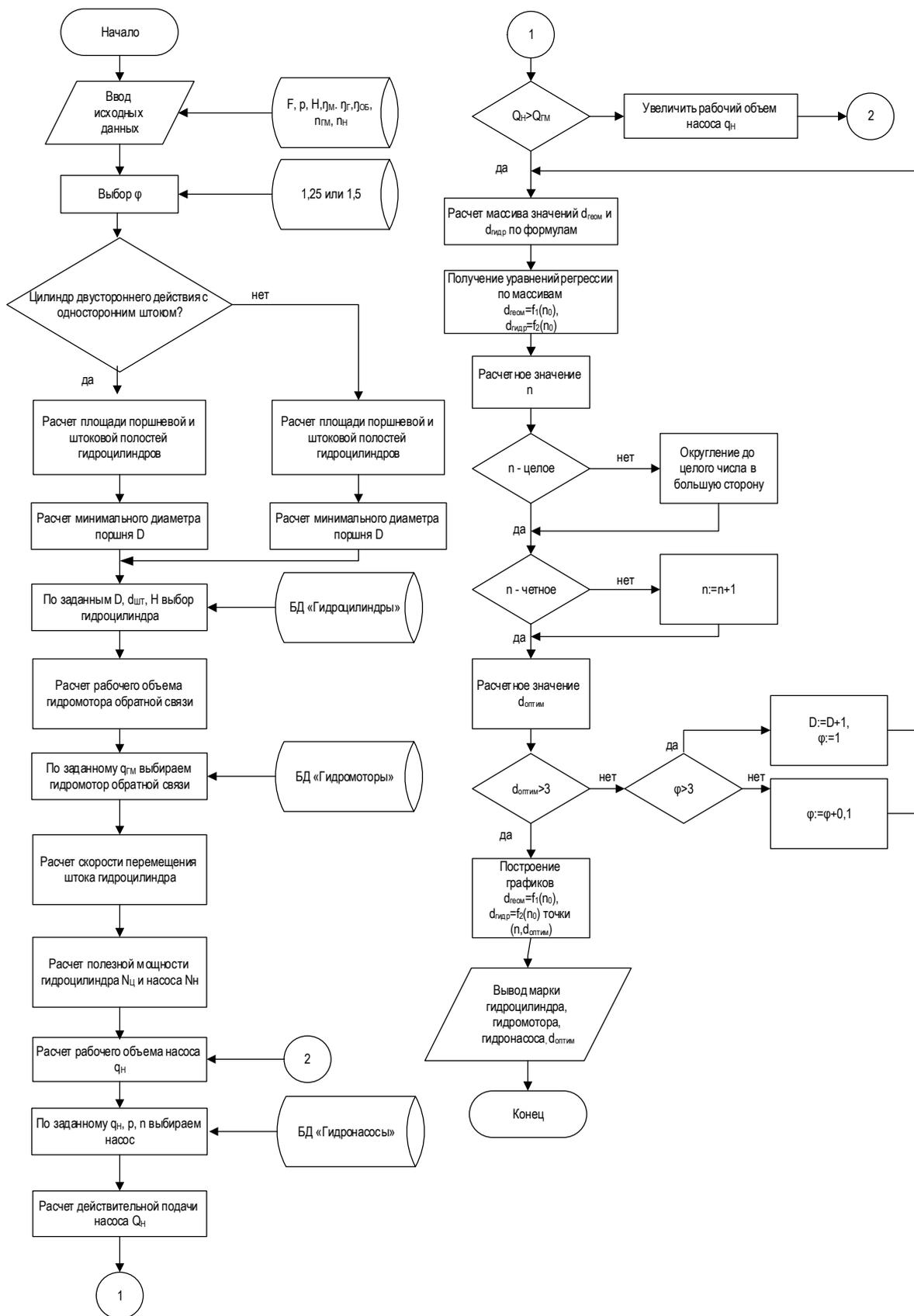


Рис. 5. Блок-схема алгоритм системы автоматизации проектирования основных параметров рулевого управления автогрейдера

Библиографический список

1. Щербаков, В.С. Совершенствование объемных гидроприводов рулевого управления дорожно-строительных машин: монография / В.С. Щербаков, Ш.К. Мукушев, А.В. Жданов. – Омск: СибАДИ, 2011. – 162 с.
2. Щербаков, В.С. Оптимизация конструктивных параметров гидравлических рулевых механизмов строительных и дорожных машин: монография / В.С. Щербаков, А.В. Жданов. – Омск: СибАДИ, 2010. – 176 с.
3. Галдин, Н.С. Основы гидравлики и гидропривода: учеб. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 145 с.
4. Меркушева Ю.Е. Расчетные схемы гидросистемы рулевого управления / Ю.Е. Меркушева // Омский научный вестник. – 2014. – № 1 (127). – С. 138–140.
5. Машиностроение: энциклопедия в 40 т. Т. IV-9. Строительные, дорожные и коммунальные машины. Оборудование для производства строительных материалов; отв. ред. К.С. Колесников. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
6. Щербаков, В.С. Автоматизация проектирования гидроприводов рулевого управления колесных машин: монография / В.С. Щербаков, А.В. Жданов, В.В. Меньков. – Омск: СибАДИ, 2012. – 153 с.
7. Жданов, А.В. Теоретические исследования рабочих процессов, протекающих в распределителях гидравлических рулевых механизмов / А.В. Жданов, Ю.Е. Меркушева // Омский научный вестник. – 2013. – № 1 (117). – С. 88–91.
8. Меркушева, Ю.Е. Связь основных параметров гидрораспределителей рулевых механизмов / Ю.Е. Меркушева, В.С. Щербаков // Вестник ТОГУ. – №1 (32). – С. 125–138.
9. Ионова, Ю.Е. Синтез основных параметров гидропривода рулевого управления автогрейдером / Ю.Е. Ионова // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность! сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции, Омск, ОмГТУ, 2015. – С. 92–97.
10. Галдин, Н.С. Элементы объемных гидроприводов мобильных машин. Справочные материалы: учебное пособие / Н.С. Галдин. – Омск: СибАДИ, 2005. – 127 с.
11. Меркушева, Ю.Е. Алгоритм оптимизации основных геометрических параметров гидрораспределителя рулевого управления автогрейдером / Ю.Е. Меркушева // Фундаментальные и прикладные науки - основа современной инновационной системы материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Омск: СибАДИ, 2015. – С.358–361.
12. Меркушева Ю.Е., Щербаков В.С. Электронный ресурс Алгоритм Расчет оптимальных параметров гидрораспределителя рулевого механизма: свидетельство о регистрации электронного ресурса ОФЭРНиО №20773 / Ю.Е. Меркушева, В.С. Щербаков. Инв. номер ВНТИЦ 502015550050; заявл. 20.01.2015; опублик. 11.02.2015.
13. Меркушева Ю.Е., Щербаков В.С. Электронный ресурс Алгоритм синтез гидропривода рулевого управления автогрейдером: свидетельство о регистрации электронного ресурса ОФЭРНиО №20929. / Ю.Е. Меркушева, В.С. Щербаков. Инв. номер ВНТИЦ 50201550222; заявл. 01.04.2015; опублик. 25.05.2015.

CAD ALGORITHM OF THE BASIC PARAMETERS OF THE STEERING HYDRAULIC DRIVE

Yu.E. Ionova

Abstract. Work of steering hydraulic drive wheel car is considered. The geometric parameters of hydraulic control valve are justified. Hydromotor's holes is considered in terms of geometric dimensions and hydraulic characteristics. The technique of choice the basic elements of the hydraulic drive is provided. An algorithm of choice of the geometric parameters of the control valve is made.

Keywords: hydraulic steering, executive cylinder, motor feedback, hydraulic control valve, the technique of choice, algorithm, servo drive.

References

1. Shherbakov V.S., Zhdanov A.V. *Sovershenstvovanie ob'emnykh gidroprivodov rulevogo upravlenija dorozhno-stroitel'nykh mashin: monografija* [Improving the volume steering hydraulic drives road-building machines: monograph]. Omsk, SibADI, 2011. 162 p.
2. Shherbakov V.S., Zhdanov A.V. *Optimizacija konstruktivnykh parametrov gidravlicheskih rulevykh mehanizmov stroitel'nykh i dorozhnykh mashin: monografija* [Optimization of design parameters of the hydraulic steering mechanisms of building and road machines: monograph]. Omsk, SibADI, 2010. 176 p.
3. Galdin N.S. *Osnovy gidravliki i gidroprivoda: uch. posobie* [Fundamentals of hydraulics and hydraulic drive: a manual] Omsk, SibADI, 2006, 145 p.
4. Merkusheva Ju.E. Calculation schemes of steering hydraulic system. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2014, no. 1 (127). pp 138–140.
5. *Mashinostroenie: jenciklopedija v 40 t. T. IV-9. Stroitel'nye, dorozhnye i kommunal'nye mashiny. Oborudovanie dlja proizvodstva stroitel'nykh materialov* [Mechanical engineering: Encyclopedia in 40 volumes. Vol. IV-9. Construction, road and municipal machines. Equipment for the production of building materials]. Moscow, Mashinostroenie, 2005, 736 p.
6. Shherbakov V.S., Zhdanov A.V., Men'kov V.V. *Avtomatizacija proektirovanija gidroprivodov rulevogo upravlenija kolesnykh mashin: monografija* [CAD of the hydraulic drives steering control of wheel machines: a monograph]. Omsk, SibADI, 2012, 153 p.
7. Zhdanov A.V., Merkusheva Ju.E. Theoretical studies of working processes occurring in distributors hydraulic steering gears. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2013, no. 1 (117). pp 88–91.

8. Merkusheva Ju.E., Shherbakov V.S. Contact the basic parameters of control valves steering mechanisms. *Vestnik TOGU*, no. 1 (32), pp. 125–138.

9. Ionova Ju.E. Synthesis of the main parameters of the steering hydraulic drive motor grader. *Rossija molodaja: peredovye tehnologii – v promyshlennost! sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii*. Omsk, OmSTU, 2015, pp. 92-97.

10. Galdin N.S. *Jelementy o'emnyh gidroprivodov mobil'nyh mashin. Spravochnye materialy: uchebnoe posobie* [Elements of volumetric hydraulic drives of mobile machines. Reference material: a tutorial]. Omsk, SibADI, 2005, 127 p.

11. Merkusheva Ju.E. Algorithm optimization of the basic geometric parameters of the steering control valve motor grader. *Fundamental'nye i prikladnye nauki - osnova sovremennoj innovacionnoj sistemy materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh*. Omsk, SibADI, 2015, pp.358-361.

12. Shherbakov V.S., Merkusheva Ju.E. *Jelektronnyj resurs «Algoritm «raschet optimal'nyh parametrov gidroraspredeitelja rulevogo mehanizma»*. No. 20773. INIPI RAO, OFJeRNiOb 2015.

13. Shherbakov V.S., Merkusheva Ju.E. *Jelektronnyj resurs «Algoritm «sintez gidroprivoda rulevogo upravlenija avtogrejderom»*. No. 20929. INIPI RAO, OFJeRNiOb 2015.

Ионова Юлия Евгеньевна (Омск, Россия) – преподаватель кафедры «Инженерная геометрия и САПР» ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет» (644080 г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: juliqmer@gmail.com).

Yulia E. Ionova (Omsk, Russian Federation) – lecturer department of Engineering geometry and CAD, Omsk State Technical University (644080, Mira, 11 prospect, Omsk, e-mail: juliqmer@gmail.com).

УДК 519.612:519.652

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ «МЕТОДИКИ СДВИГА» ПРИ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КУБИЧЕСКИМИ СПЛАЙНАМИ

В.А. Федорук

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, Омск.

Аннотация. В данной статье предлагается при обработке экспериментальных данных с помощью интерполяции кубическими сплайнами использовать «методику сдвига», основанную на сдвиге точек сшива фрагментов кубических парабол относительно узлов интерполирования, привязанных к экспериментальным данным. Для проверки данной методики в качестве эталонной (тестовой) кривой было выбрано распределение Гаусса или нормальное распределение. Полученные расчётные данные хорошо согласуются с нормальным распределением в пределах погрешности, внесённой в тестовую кривую.

Ключевые слова: экспериментальные данные, интерполяция, кубические сплайны, узлы интерполирования.

Введение

Интерполяция кубическими сплайнами [1-3], широко применяемых на практике для обработки экспериментальных данных, реализована в таких математических пакетах как MathCAD, MATLAB, Maple [4]. В этих пакетах при интерполяции кубическими сплайнами построение сплайна осуществляется с помощью фрагментов кубических парабол со сшивкой в точках, соответствующих экспериментальным (табличным) данным. Такая «жёсткая» привязка узлов интерполирования к экспериментальным данным, которые получены с определённой погрешностью, не позволяет построить нужную кривую. В принципе, решение такой проблемы общеизвестно [3], а сам подход построения

сплайнов основывается на идее регуляризации. Более гладкие аппроксимирующие кривые позволяют получить сглаживающие сплайны [5], (проходят вблизи значений функции, отклонения определяются заданными определённым образом весовыми коэффициентами). Построение таких сплайнов является задачей нелинейного программирования и реализуется с помощью численных методов [1-3]. В обоих случаях рассматривают задачу безусловной минимизации соответствующего функционала (функции). В работе [6] предлагается аппроксимировать опытные данные сплайном по методу наименьших квадратов.

В данной статье предлагается другой, более простой (без использования нелинейного программирования), и согласно проведённым тестам (один из которых приводится в данной статье), не менее эффективный подход, для решения вышеуказанной проблемы.

Чтобы обойти ограничение по привязке узлов интерполирования к экспериментальным данным, была разработана методика сдвига точек сшива (узлов) сплайнов по отношению к табличным данным и была реализована в программе MSPLANE, написанной на языке программирования Microsoft Fortran PowerStation 4.0 [7]. Эта программа реализует интерполяцию табличных данных кубическими сплайнами [8] с применением «методики сдвига», смысл которой излагается ниже.

Описание «методики сдвига»

Предлагаемая методика позволяет находить значения интерполируемой функции $y_i^{ko_shift} = f(x_i^{ko_shift})$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$, в узлах $x_i^{ko_shift}$ со сдвигом по отношению к экспериментальным данным $y_i^0 = f(x_i^0)$, $i = 1, 2, 3, \dots, N$ (соответствуют коэффициенту сдвига $ko_shift = 0$, т. е. отсутствию сдвига). При $ko_shift = 0$ программа MSPLANE работает в стандартном режиме (без сдвига) и позволяет получать дополнительные точки на каждом из отрезков $\Delta x_i^0 = x_{i+1}^0 - x_i^0$, $i = 1, 2, 3, \dots, N - 1$ (между ближайшими узлами табличных

данных x_i^0 и x_{i+1}^0). Количество дополнительных точек определяется коэффициентом ko_add по формуле

$$ko_add = ko_div - 1, \tag{1}$$

где ko_div – коэффициент деления отрезка на части (например, при $ko_div = 2$ отрезок делится на две равные части).

Общее число пар данных – экспериментальных N и дополнительных (полученных путём расчёта), определяется как их сумма:

$$N_o = N + (N - 1) \cdot ko_add. \tag{2}$$

Для пояснения смысла предлагаемой «методики сдвига», рассмотрим случай, когда исходные табличные данные получены при условии: $\Delta x_1^0 = \Delta x_2^0 = \Delta x_3^0 = \dots = \Delta x_{N-1}^0$ и коэффициент деления каждого отрезка $ko_div = 2$. Т. к. положение узлов на каждом шаге определяется по формуле:

$$x_i^{ko_shift} = x_i^{ko_shift-1} + \frac{x_{i+1}^{ko_shift-1} - x_i^{ko_shift-1}}{ko_div} \cdot k \tag{3}$$

($i = 1, 2, 3, \dots, N - ko_shift$, $k = 1, 2, 3, \dots, ko_div - 1$),

то это условие позволяет при пересчёте значений интерполируемой функции в узлах со сдвигом при чётных значениях ko_shift «попадать» в узлы этих данных (рис. 1), что удобно для их сравнения с табличными данными. В формуле (3) каждому i соответствует $ko_div - 1$ значений k .

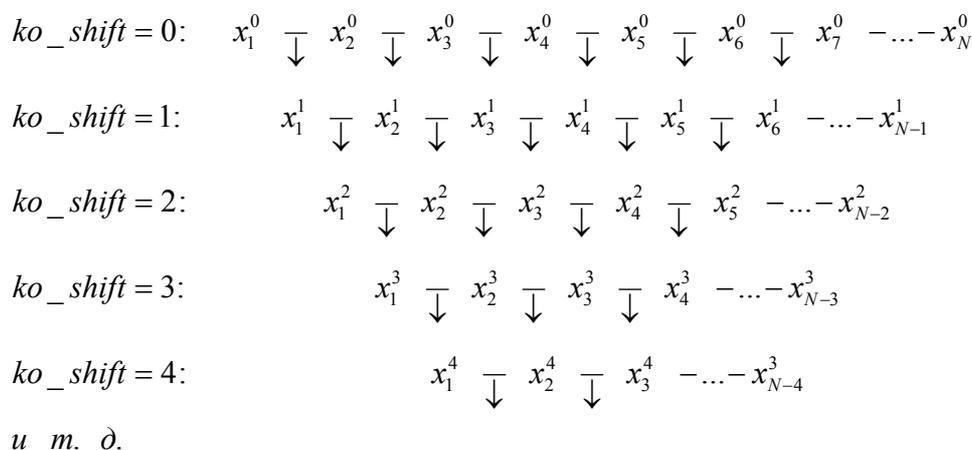


Рис. 1. Положение узлов (точек сшива) интерполируемой функции при различных значениях коэффициента сдвига

При
 $ko_shift = 2: x_1^2 = x_2^0, x_2^2 = x_3^0, x_3^2 = x_4^0, \dots$

При
 $ko_shift = 4: x_1^4 = x_3^0, x_2^4 = x_4^0, x_3^4 = x_5^0, \dots$

Проверка работоспособности «методики сдвига»

Для проверки работоспособности данной методики, реализованной в программе MSPLANE, в качестве теоретической (тестовой) кривой было выбрано распределение Гаусса или нормальное распределение.

Функция плотности вероятности для распределения Гаусса имеет вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

Нормальное распределение симметрично относительно параметра x_0 , а его ширина пропорциональна параметру σ .

Расчёты по вышеуказанной методике производились в диапазоне $x = 0 \div 10$ с шагом $\Delta x_i^0 = 0,25$ при фиксированных параметрах: $x_0 = 5$ и $\sigma = 1$. Число $\pi = 3,141593$. Экспериментальные данные y_i^0 были получены из теоретической кривой $y_i^{теор}$ с

Таблица 1 – Данные расчётов по программе MSPLANE

x_i^0	$y_i^{теор}$	y_i^0	y_i^2	y_i^6	y_i^{10}	y_i^{14}
3,00	0,053991	0,059092	0,054447	0,053969	0,053597	0,054728
3,25	0,086277	0,077650	0,079777	0,080329	0,082825	0,083411
3,50	0,129518	0,118001	0,115413	0,122235	0,124604	0,126842
3,75	0,182649	0,170744	0,182153	0,184490	0,182563	0,182692
4,00	0,241971	0,264408	0,254708	0,243449	0,239279	0,237589
4,25	0,301137	0,276255	0,281176	0,284225	0,284869	0,287276
4,50	0,352065	0,319162	0,324291	0,332473	0,335934	0,336980
4,75	0,386668	0,409759	0,409613	0,392875	0,385357	0,383831
5,00	0,398942	0,431281	0,426233	0,412547	0,408149	0,403687
5,25	0,386668	0,362532	0,382335	0,387931	0,391971	0,388634
5,50	0,352065	0,360378	0,363580	0,357376	0,354710	0,355044
5,75	0,301137	0,329708	0,323247	0,311137	0,308468	0,304991
6,00	0,241971	0,219534	0,238864	0,240359	0,242033	0,240526
6,25	0,182649	0,170181	0,167347	0,169869	0,173851	0,175291
6,50	0,129518	0,116567	0,119961	0,121203	0,122245	0,123135
6,75	0,086277	0,094609	0,086806	0,086152	0,085348	0,086430
7,00	0,053991	0,052880	0,053849	0,054994	0,056682	0,056601

На рисунках 2 и 3 приведены для сравнения: теоретическая и экспериментальная кривые (рис. 2); теоретическая и расчётная кривые (рис. 3).

внесением в неё случайным образом (с помощью датчика случайных чисел) погрешностей, не превышающих 10%.

Кубический сплайн на каждом из отрезков $h_i = x - x_{i-1}$ был задан согласно [8] в виде:

$$y_i = y_{i-1} + b_i h_i + c_i h_i^2 + d_i h_i^3,$$

где y_i и y_{i-1} – значения интерполируемой функции в узлах x_i и x_{i-1} ;

b_i , c_i и d_i – неизвестные коэффициенты, которые находятся путём решения системы линейных уравнений [8]:

$$b_i h_i + c_i h_i^2 + d_i h_i^3 = y_i - y_{i-1} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N),$$

$$b_{i+1} - b_i - 2c_i h_i - 3d_i h_i^2 = 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N - 1),$$

$$c_{i+1} - c_i - 3d_i h_i = 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N - 1),$$

$$c_1 = 0,$$

$$c_N + 3d_N h_N = 0$$

по методу Гаусса [1-3].

Полученные результаты

В таблице 1 (для сравнения) приведены данные расчётов в диапазоне $x = 3 \div 7$.

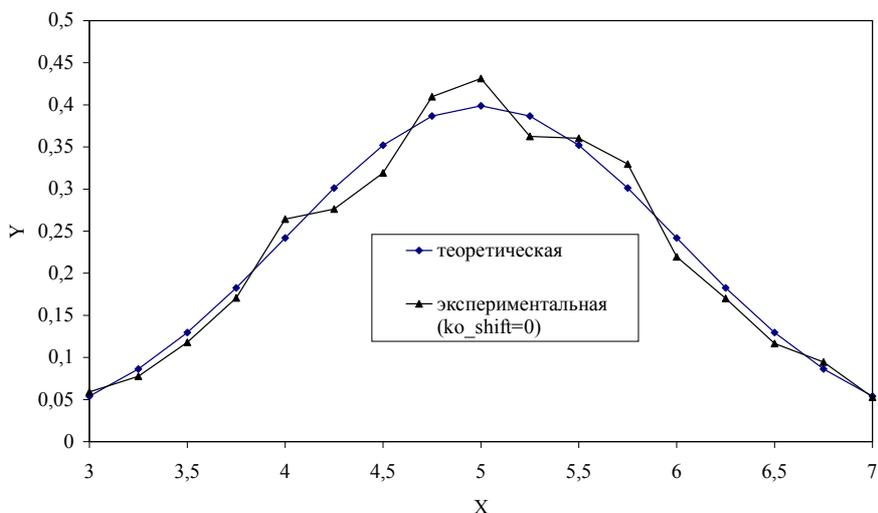


Рис. 2. Теоретическая (распределение Гаусса) и экспериментальная кривые

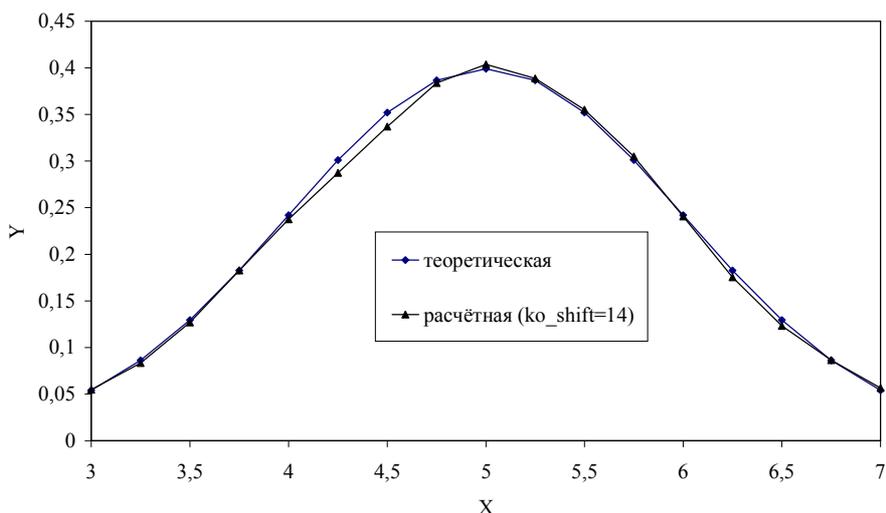


Рис. 3. Теоретическая (распределение Гаусса) и расчётная (при ko_shift=14) кривые

Как показывают расчёты (см. табл. 1 и рис. 3) с помощью «методики сдвига» удалось уменьшить внесённую в нормальное распределение погрешность почти в два раза в узлах (в табл. 1 соответствующие данные выделены жирным шрифтом), где наиболее сильно расчётные данные отличаются от теоретических (рис. 3, узлы – $X=4,25$ и $X=4,50$).

К условным минусам данной методики можно отнести:

1. При каждом сдвиге интервал счёта уменьшается (рис. 1, в нашем случае не существенно, но в общем случае проблема может быть решена за счёт прогнозирования данных).

2. Необходимость оптимального выбора величины отрезка Δx_i^0 (при $\Delta x_i^0 = 0,5$ результаты теста были несколько хуже и в данной статье не приводятся). Проблема может быть решена, если связать выбор Δx_i^0 с погрешностью экспериментальных данных, т. е. выбирать величину отрезка таким образом, чтобы при пересчёте в узлах отклонение расчётных данных от экспериментальных не превышало погрешности измерений. При таком подходе можно найти оптимальные (определённые) значения коэффициента или коэффициентов сдвига ko_shift для полученных с учётом погрешностей расчётных данных.

Так как целью при написании данной статьи было описание вышеизложенной методики, то решение вышеуказанных проблем является материалом для дальнейших исследований и написания следующей статьи.

Примечание: в стандартном режиме работы программы реализована возможность получения дополнительных точек на каждом из отрезков с помощью коэффициента ko_add , что позволяет внутри заданных отрезков получать другие отрезки, уже из которых (после применения данной методики) определяют оптимальные и на выходе получают нужную кривую с необходимым количеством точек (опять же за счёт коэффициента ko_add).

Вывод

Данная методика расчётов, несмотря на вышеуказанные минусы, даёт хорошие результаты, которые представлены в табл. 1 и на рис. 3, и может быть использована при обработке различных экспериментальных данных, основанной на интерполяции кубическими сплайнами.

Примечание: в данной методике положение узлов на каждом шаге определяется по формуле (3) при $ko_div = 2$, т. к. она позволяет «попадать» в узлы табличных данных при чётных значениях ko_shift , что удобно для сравнения расчётных данных с теоретическими, и может быть использована при $ko_div > 2$.

Библиографический список

1. Самарский, А.А. Численные методы / А.А. Самарский, А.В. Гулин. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
2. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
3. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов. – М.: Наука, 1975. – 632 с.
4. Алексеев, Е.Р., Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9 / Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова. – М.: НТ Пресс, 2006. – 492 с.
5. Носач, В.В. Решение задач аппроксимации с помощью персональных компьютеров / В.В. Носач. – М.: МИКАП, 1994. – С. 194-213.
6. Баринов, В.А. Аппроксимация опытных данных сплайном по методу наименьших квадратов / В.А. Баринов // Учёные записки ЦАГИ. – 1975. – Т. 6. № 5. – С. 128-132.
7. Бартедьев, О.В. Современный Фортран / О.В. Бартедьев. – М.: Диалог-МИФИ, 1998. – 397 с.

8. Заварыкин, В.М. Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. пед. ин-тов / В.М. Заварыкин, В.Г. Житомирский, М.П. Лапчик. – М.: Просвещение, 1990. – 176 с.

PROCESSING OF EXPERIMENTAL DATA BASED ON "TECHNIQUE OF SHIFT" INTERPOLATED CUBIC SPLINES

V.A. Fedoruk

Abstract. This article proposes the analysis of experimental data using interpolation cubic splines to use "technique of shift", based on the shift points of stitching together fragments cubic parabolas relative to the interpolation nodes linked to the experimental data. To test this technique as a reference (test) or Gaussian distribution curve of normal distribution is selected. These calculated data are in good agreement with the normal distribution within the error made to the test curve.

Keywords: experimental data, interpolation, cubic splines, interpolation nodes.

References

1. Samarskij A.A., Gulin A.V. *Chislennyye metody* [Numerical methods]. Moscow, Nauka, 1989. 432 p.
2. Kalitkin N.N. *Chislennyye metody* [Numerical methods]. Moscow, Nauka, 1978. 512 p.
3. Bahvalov N.S. *Chislennyye metody* [Numerical methods]. Moscow, Nauka, 1975. 632 p.
4. Alekseev E.R., Chesnokova O.V. *Reshenie zadach vychislitel'noj matematiki v paketah Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9* [Decision of problems of computational mathematics in packages Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9]. Moscow, NT Press, 2006. 492 p.
5. Nosach V.V. *Reshenie zadach approksimatsii s pomoshh'ju personal'nyh komp'yutеров* [Solution approximation problems by means of personal computers]. Moscow, MIKAP, 1994. pp. 194-213.
6. Barinov V.A. *Approksimacija opytnyh dannyh splajnom po metodu naimen'shih kvadratov* [Approximation of experimental data spline least squares]. *Uchenye zapiski TsAGI*, 1975, T. 6. no 5. pp. 128-132.
7. Bartenev O.V. *Sovremennyj Fortran* [Modern Fortran]. Moscow, Dialog-MIFI, 1998. 397 p.
8. Zavarykin V.M., V.G. Zhitomirskij, M.P. Lapchik. *Chislennyye metody* [Numerical methods]: Ucheb. posobie dlja studentov fiz.-mat. spets. ped. In-tov. Moscow, Prosveshchenie, 1990. 176 p.

Федорук Владимир Аркадьевич (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Физика» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: fedoruk_va@mail.ru).

Vladimir A. Fedoruk (Omsk, Russian Federation) – candidate technical sciences, professor, Head of the Department of Physics, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Mira, 5 prospect, Omsk, e-mail: fedoruk_va@mail.ru).

УДК 681.518.2

АЛГОРИТМ УСТАНОВКИ ОСИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ КАЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ БУРОВЫХ ДОЛОТ

Б.С. Четвериков, М.С. Чепчуров, В.Я. Дуганов

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Россия, г. Белгород.

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с процессом контроля профиля элементов различных деталей в машиностроении, в частности, настройкой и выверкой оси устройства для автоматизированного контроля поверхностей качения. Приведен алгоритм для определения положения оси устройства, а также описаны этапы настройки оси «вручную». Реализация предложенного алгоритма позволяет выставить ось в необходимом положении автоматически, тем самым уменьшая временные затраты на подстройку устройства и увеличивая его быстродействие.

Ключевые слова: контроль, автоматизация, ось, точность, дорожка качения, прибор с зарядовой связью, акселерометр.

Введение

Операции контроля геометрии объектов в машиностроении зачастую занимают порядка 15-20% от общего времени, затрачиваемого на производство детали или изделия [1]. В связи с этим изготовитель стремится снизить как временные затраты на контрольные операции, так и материальные. Достигается это за счет внедрения в существующие технологические процессы современных способов и приборов контроля. Однако производитель сталкивается при этом с высокой стоимостью такого оборудования, а иногда и полным его отсутствием на рынке. При этом задача контроля профилей различной формы у элементов деталей актуальна еще и потому, что качество изготавливаемой продукции зачастую является основополагающим фактором, влияющим на выбор его конкретным потребителем. Например, на работоспособность бурового долота большое влияние оказывает точность изготовления дорожек качения его подшипниковых опор, выполненных в лапе и шарошке [2]. При контроле профиля дорожек качения важно правильно располагать ось контрольного устройства относительно оси контролируемого объекта - дорожки, поскольку погрешность несовмещения напрямую влияет на точность результата измерений [3]. Таким образом, появляется задача – разработать алгоритм установки контрольного устройства для автоматизированной настройки измерительной оси (базы) по результатам первоначальной проверки её расположения.

Например, проекционным методом и по показаниям вспомогательных устройств (акселерометров).

Способ настройки оси измерительного устройства для контроля круглости дорожки качения

Авторами накоплен опыт разработки методов и приборов контроля формы различных поверхностей. Например, создано лазерное устройство для определения погрешности формы крупногабаритных объектов, принцип работы которого описан в [4]. Предлагается устройство для автоматизированного контроля точности радиусной дорожки качения [5], в основе работы которого лежит метод бесконтактных измерений с использованием ПЗС-матрицы (сокр. от «прибор с зарядовой связью») (с анализом фотопроекции контролируемого объекта и с пересчетом пикселей «картинки» и сравнения её с шаблоном).

Контроль круглости дорожки качения предлагается осуществлять с помощью специального контрольного устройства. Устройство включает в себя зажимное приспособление с установленной на его вертикальной пластине фотокамерой, направленной на измеряемый объект, и стойку с лазерным излучателем для засвечивания оси. В корпусе камеры находятся ПЗС-матрица необходимой разрешающей способности (10 мегапикселей). Фотокамера подключена к ПК для передачи захваченного изображения в специально разработанное программное обеспечение (ПО).

На корпусе камеры и зажимном приспособлении установлены по одному акселерометру, предназначенному для определения отклонения реальной и виртуальной (измерительной) осей. По

показаниям акселерометров производится соответствующая коррекция результатов измерений. Схема метода контроля, а также расположение оси измерительного устройства показана на рисунке 1.

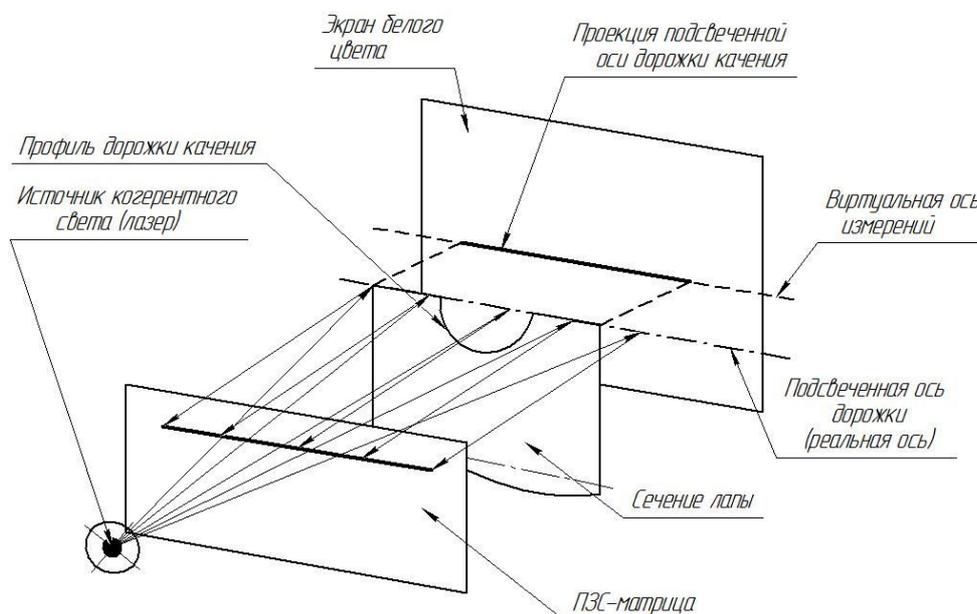


Рис. 1. Схема метода контроля и расположение оси контрольного устройства

Именно выверка оси является важнейшим этапом в настройке измерительного устройства, поэтому на этом следует остановиться подробнее.

Очевидно, что ручная настройка оси не является эффективной. Поэтому требуется разработка специального ПО, позволяющего осуществлять настройку в автоматическом или в автоматизированном режиме.

Сначала проводится юстировка устройства, выполняемая «вручную и без контролируемого объекта – лапы, потому что её нахождение и ориентация в контрольном устройстве заранее известны.

Этапы ручной юстировки устройства следующие:

1) Производится предварительная фокусировка источника [6]. Выполняется эта настройка при помощи программных средств камеры либо специального ПО. Добившись нужного фокуса проекции лазерного луча, устанавливаем стойку с ним на необходимом расстоянии от экрана белого цвета. Высота расположения регулируется при помощи привода подъема лазера так чтобы засвеченная линия попадает на верхнюю часть ПЗС-матрицы. Далее производится корректировка расположения проекции лазерного луча по приборам уровня (лазерному или жидкостному уровню);

2) засвечивается верхняя граница пикселей матрицы;

3) вычисляется расположение (вертикальные координаты) первой точки - y_1 и последней точки - y_2 выделенной границы. Нахождение координат y_1 и y_2 выполняется по верхним пикселям засвеченной линии, а отклонением расположения оси, выраженном в координатах пикселей является $\Delta_n = y_2 - y_1$;

4) поворачивается ось в заданном направлении с визуальным контролем расположения засвеченной лазерным излучателем линии в пределах указанной области (рис. 2);

5) если верхняя граница засвеченной линии располагается горизонтальна, (то есть оказываются засвечены все пиксели в строке ПЗС-матрицы), то считается, что предварительно ось выставлена верно.

Стоит отметить, что в качестве ПЗС-матрицы используется одно и то же устройство и тот же самый метод бесконтактных измерений, основанный на анализе фотопроекции, что и для контроля круглости, что сокращает как временные затраты, так как не нужна переустановка камеры, так и материальные – за счет использования одного устройства на двух разных этапах контроля.

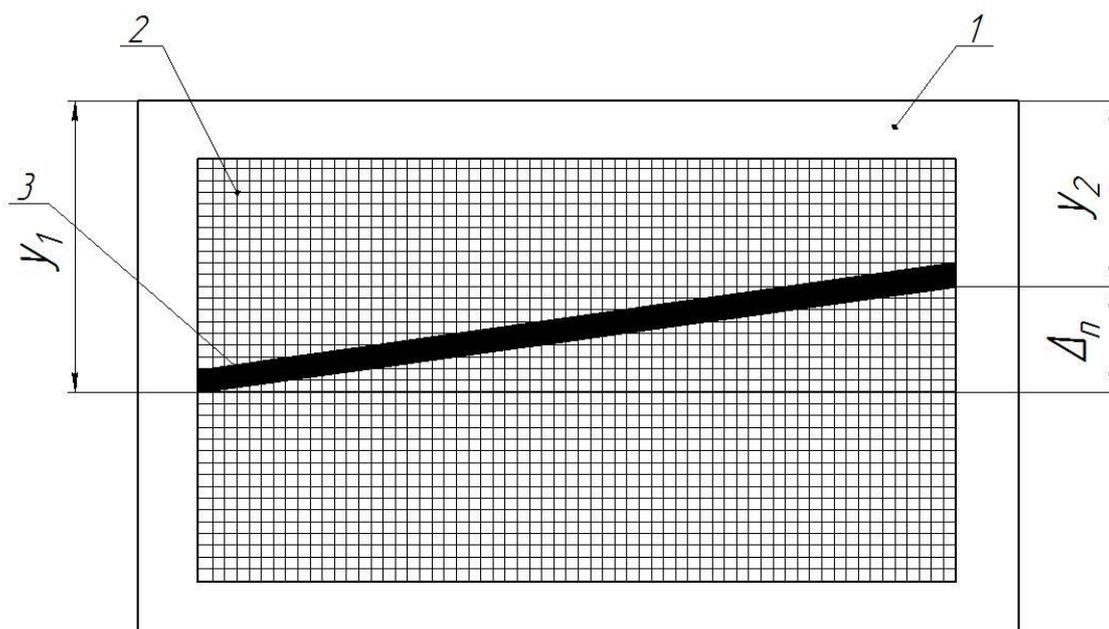


Рис. 2. Указанная область для оценки отклонения оси контрольного устройства:
 1 – ПЗС-матрица, 2 – выделенная область ПЗС-матрицы для оценки отклонения расположения осей, 3 – засвеченная линия (ось)

Алгоритм установки оси контрольного устройства

Блок-схема алгоритма установки оси контрольного устройства приведена на рисунке 3.

Вводятся значения разрешения матрицы $K \times M$, выполняется пересчет и проверка засвеченных пикселей, имеющих индекс (координаты) в виде номера строки и столбца (c, r). В процессе обработки и чтения изображения выявляются координаты пикселей засвеченной лазерным излучателем линии. Поэтому изначально номер засвеченной строки равен одному ($i=1$). Счетчик проходов проверки (j) при этом обнуляется.

Производится проверка яркости каждого пикселя $H_{c,r}$ с установленным уровнем яркости H_p . Если оказывается, что яркость конкретно взятого пикселя меньше чем уровень яркости, то этот пиксель засчитывается как пиксель из засвеченной строки i и переменной, характеризующей его координату, присваивается значение $N_{c,i} = 1$. Значения яркости пикселя RGB-цветового пространства лежат в диапазоне $0 \dots 255$ [6]. Необходимое значение яркости в процессе определения расположения оси контрольного устройства может варьироваться из-за разной освещенности помещения, в котором

производится измерение [7]. Авторами экспериментально установлено, что, как правило, в средне освещенном помещении значение яркости составляет 125-130 (~50% от максимального значения яркости).

В том случае, если яркость пикселя $H_{c,r} \geq H_p$, то производится дальнейший перебор пикселей по столбцам и цикл проверки яркости пикселей продолжается, до тех пор пока c не станет равным нулю. Затем происходит перебор по строкам r , до тех пор пока r не станет равным нулю. Перебрав все пиксели в столбцах и строках и узнав номер засвеченной строки, происходит проверка количества засвеченных строк.

Если засвечено более одной строки, то определяется направление смещения оси. Выполняется это путем установления координаты крайнего пикселя в засвеченной строке, смещенного от своего необходимого положения.

Если смещен крайний левый засвеченный пиксель строки, то выполняется поворот оси против часовой стрелки относительно пикселя $N_{c,r}=1$ (рис. 4): подается команда на привод и выполняется поворот на количество шагов, равных $i-1$. Если условие $N_{c,r}=1$ и $N_{i,r}=1$ не выполняется, то происходит проверка смещения крайнего правого пикселя засвеченной линии.

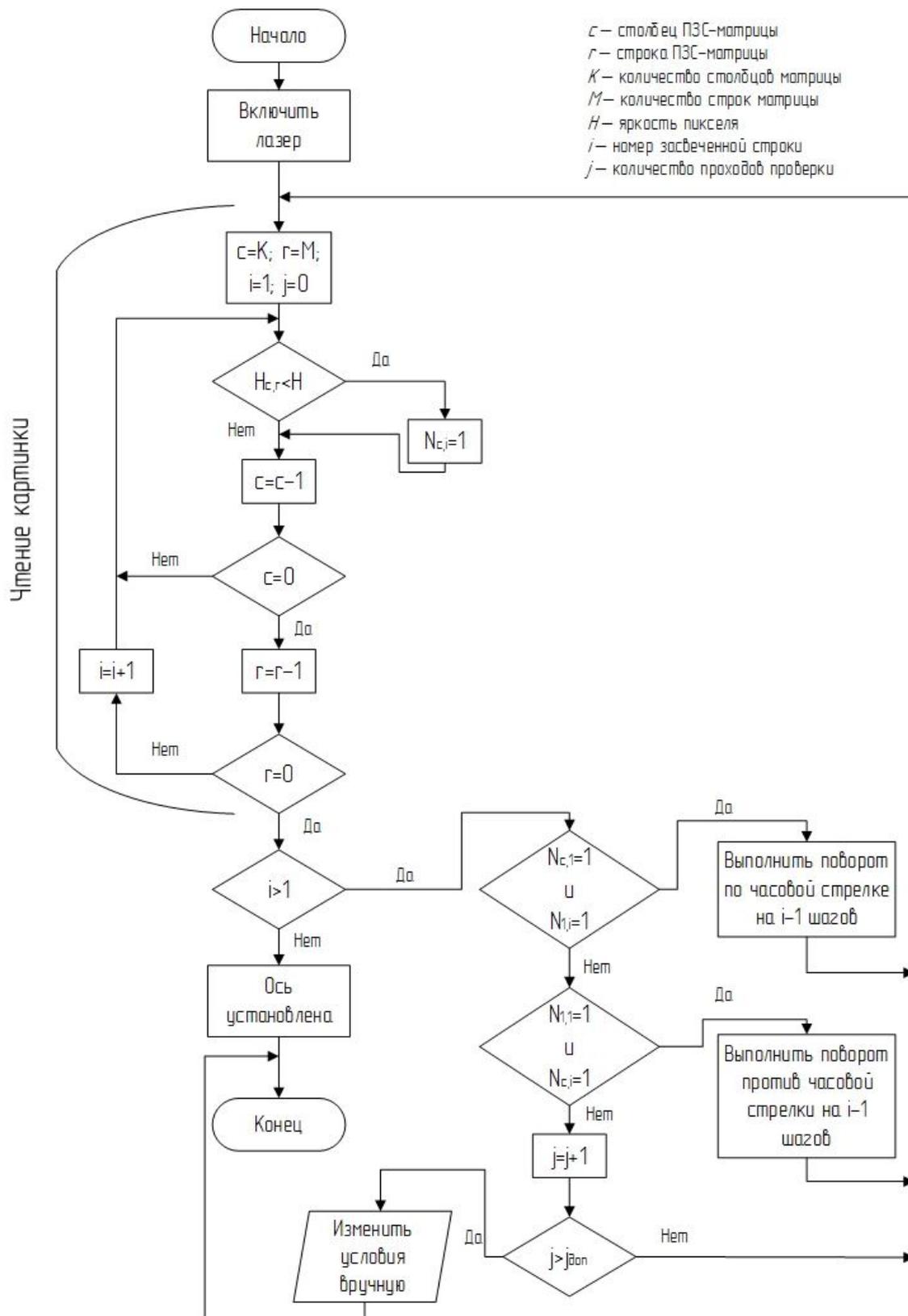


Рис. 3. Блок-схема алгоритма для установки оси контрольного устройства

Если смещен крайний правый засвеченный пиксель то необходимо выполнить поворот оси по часовой стрелке (рисунок 4). Таким образом, повернув лазерный излучатель скорректирует

положение оси. Если условие $N_{c,r}=1$ и $N_{1,r}=1$ не выполняется, то происходит суммирование ходов проверки, при этом счетчик проходов проверки j изначально обнулен.

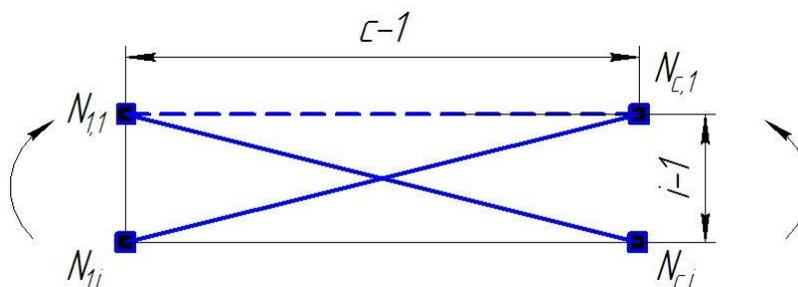


Рис. 4. Схема расположения пикселей строки i и поворота оси

Далее выполняется сравнение количества ходов проверки с их допустимым значением. Если условие не выполняется, то происходит дальнейший перебор пикселей и происходит возврат в начало цикла программы, занятого чтением картинки. Если же значение количества ходов проверки превышает заранее выбранное допустимое значение, то выдается сообщение о том, что необходимо изменить условия измерений вручную, либо изменить значения соответствующих параметров, либо произвести подстройку контрольного устройства «вручную».

После настройки оси контрольного устройства, осуществляются дальнейшие этапы контроля дорожки качения, как описано в [4]. Алгоритм аналогичен тем, которые использовались в [8] и [9], однако в данной работе авторы уделяют большое значение этапам настройки оси, так как, по их мнению, правильная алгоритмизация этих этапов значительно повышает как функциональные возможности контрольного устройства, так и уменьшает общее время процесса оценки.

Заключение

Разработанный алгоритм установки оси контрольного устройства позволяет выставить ось в необходимом положении в автоматическом режиме, а лежащий в его основе метод бесконтактного определения её положения, основанный на анализе фотопроекции контролируемого объекта, является предпочтительным, как требующий минимальных затрат на реализацию.

Работа выполнена в рамках гранта: «Проект ПСР № 2011-ПР- 146», договор № А-28/15 от 14.04.2015 г.

Библиографический список

1. Миронченко, В.И. Автоматизация контроля геометрических параметров изделий / В.И. Миронченко. – М.: ГосНИП "Расчет", 2011. – 208 с.
2. Пуртова, И.А. Исследования силовых и кинематических характеристик работы шарошечных долот / И.А. Пуртова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1. – С. 101-102.
3. Четвериков, Б.С. Метод оценки отклонения от круглости канавки катания лапы шарошечного долота / Б.С. Четвериков, Н.А. Табекина // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – №3. – С. 25-31.
4. Chetverikov B.S., Chepchurov M.S., Pogonin D.A. Definition of shape and position of complex geometric surfaces. World Applied Sciences Journal, 2014, Vol.31, no.4. pp. 526-530.
5. Четвериков, Б.С. Автоматизация процесса оценки точности канавки катания при изготовлении лапы бурового долота / Б.С. Четвериков, М.С. Чепчуров // Информационные системы и технологии. – 2015. – №4. – С. 82-89.
6. Dorsch R. Hausler G., Herrmann J. Laser triangulation: Fundamental uncertainty in distance measurement. Appl. Opt., 1994. Vol. 33. pp.85-90.
7. Садыков, С.С. Исследование алгоритма определения длины и ширины плоских объектов / С.С. Садыков и др. // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество» / ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет», – Пенза, 2009. – С. 16-20.
8. Борзов, Д.Б. Обобщенный алгоритм сжатия видеопотока с использованием RGB-модели, и его аппаратная реализация / Д.Б. Борзов, К.А. Гуляев, А.И. Башмаков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – №4. – С. 35-39.
9. Жуков, Е.М. Автоматизированное определение величины припуска наплавленного железнодорожного колеса / Е.М. Жуков, А.Н.

Блудов // Информационные системы и технологии. – 2014. – №5. – С. 74-80.

10. Блудов, А.Н. Автоматизация процесса восстановления поверхностей катания колёс грузового железнодорожного транспорта: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / А.Н. Блудов; – Орел, 2015. – 16 с.

THE ALGORITHM FOR INSTALLATION OF AXIS THE DEVICES FOR AUTOMATED CONTROL OF THE ROLLING CONTACT SURFACING FOR PARTS OF THE DRILL BITS

B.S. Chetverikov, M.S. Chepchurov, V.Ja. Duganov

Abstract. The issues associated with the process control of profile elements of the various parts in mechanical engineering, in particular, the setting and alignment axis of the measuring device for the automated control of the rolling contact surface. An algorithm for determining the position of the axis of the device, and configuration steps described in the axis "manually." The implementation of the algorithm proposed by the authors allows setting the axis in position in the automatic mode, thereby reducing the time required for adjustment of the device and increasing its speed.

Keywords: control, automation, axis, accuracy, rolling rattle, charge-coupled device, acceleration indicator.

References

1. Mironchenko V.I. *Avtomatizacija kontrolja geometricheskikh parametrov izdelij* [Automation control of geometry of products]. Moscow, GosNIP "Raschet", 2011. 208 p.

2. Purtova I.A. *Issledovanija silovyh i kinematicheskikh harakteristik raboty sharoshechnyh dolot* [Research of power and kinematic characteristics of the work cone bits]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2015, no. 1, pp. 101-102.

3. Chetverikov B.S., Tabekina N.A. *Metod ocenki otklonenija ot kruglosti kanavki katanija lapy sharoshechnogo dolota* [Method of estimation of deviation from circularity of the groove legs riding roller cone bit]. *Vestnik SibADI*, 2015, no. 3, pp. 25-31.

4. Chetverikov B.S., Chepchurov M.S., Pogonin D.A. *Definition of shape and position of complex geometric surfaces*. *World Applied Sciences Journal*, 2014, vol. 31, no. 4, pp. 526-530.

5. Chetverikov B.S., Chepchurov M.S. *Avtomatizacija processa ocenki tochnosti kanavki katanija pri izgotovlenii lapy burovogo dolota* [Automation of process evaluating the accuracy of the grooves in the manufacture of ski legs of the drill bit]. *Informacionnye sistemy i tehnologii*, 2015, no. 4, pp. 82-89.

6. Dorsch R., Hermann J., Hausler G. *Laser triangulation: Fundamental uncertainty in distance measurement*. *Appl. Opt.*, 1994. vol. 33, no. 4, pp. 85-90.

7. Sadykov S.S. *Issledovanie algoritma opredelenija dliny i shiriny ploskih ob#ektov* [Research the algorithm for determining the length and width of

the flat objects]. *Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo»* [Proc. of the PSU «Reliability and quality», 2009, pp. 16-20.

8. Borzov D.B., Guljaev K.A., Bashmakov A.I. *Obobshhennyj algoritm szhatija videopotoka s ispol'zovaniem RGB-modeli, i ego apparatnaja realizacija* [Generalized algorithm for compressing video using the RGB-model and its hardware implementation]. *Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 4, pp. 35-39.

9. Zhukov E.M., Bludov A.N. *Avtomatizirovanoe opredelenie velichiny pripuska naplavlennogo zheleznodorozhnogo koleasa* [Automated determination of the allowance weld railway wheel]. *Informacionnye sistemy i tehnologii*, 2014, no. 5, pp.74-80.

10. Bludov A.N. *Avtomatizacija processa vosstanovlenija poverhnostej katanija koljos грузового zheleznodorozhnogo transporta: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.13.06* [Automation of process restoration of surfaces skating wheel rail freight]. Orel, 2015.16 p.

Четвериков Борис Сергеевич (Белгород, Россия) – аспирант кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, await_rescue@mail.ru).

Чепчуров Михаил Сергеевич (Белгород, Россия) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, avtpost@mail.ru).

Дуганов Владимир Яковлевич (Белгород, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46).

Boris S. Chetverikov (Belgorod, Russian Federation) – postgraduate student, Department of Mechanical Engineering, Belgorod state technological university named after V. G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova str., 46, await_rescue@mail.ru)

Mihail S. Chepchurov (Belgorod, Russian Federation) – doctor of technical sciences, professor, Department of Mechanical Engineering, Belgorod state technological university named after V. G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova str., 46, avtpost@mail.ru)

Vladimir Ja. Duganov (Belgorod, Russian Federation) – candidate of technical sciences, the associate professor, Department of Mechanical Engineering, Belgorod state technological university named after V. G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova str., 46)

РАЗДЕЛ V

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 65.011+316.42

ГЛОБАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Ю.И. Антонова, Г.В. Баранов
ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ»,
Омский филиал, Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье анализируется содержание глобальных аспектов публичной социальной ответственности организации; характеризуется сущность и принципы социальной ответственности по критериям международного стандарта ИСО; исследуется фактор единства социальной ответственности организации и экономических институтов гражданского общества; принципы и проблематика публичной социальной ответственности организации оцениваются по критериям исторической возможности осуществления социальной справедливости.

Ключевые слова: глобализация, публичность управления, глобальные проблемы, стандартизация, социальная ответственность организации, стандарты социальной ответственности, принципы социальной ответственности.

Введение

По критерию паспорта специальности «08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством», предложенному специалистами ВАК России, актуальной областью экономических исследований, является область, обозначенная «10. Менеджмент». По критериям глобализации в составе многомерного содержания данной области исследований приоритетной оценивается область исследования - «10.3. Публичное управление в условиях глобализации и становления информационного общества. Особенности национальной организации системы публичного управления» [1].

Основные значения слова и понятия «публичный»: 1) слово латинского языка, переводимое на русский язык словом "общественный"; 2) происходящий открыто и гласно, доступно для потребителя/аудитории; 3) общественный, не частный. В статье исследуется ограниченный (частный) аспект публичности деятельности организации по критериям принципов социальной ответственности глобального (международного) и российского уровней, связанных с Международным стандартом ISO 26000:2010 и его российским аналогом ГОСТ Р ИСО 26000-2012. В исследованиях российских авторов по проблематике социальной ответственности публичного управления актуализируется и многомерно творчески исследуется аспект корпоративной социальной ответственности (Благов, Ю. Е., Зарецкий А. Д., Иванова Т. Е., Коротков Э. М., С. Е. Литовченко, Тульчинский Г. Л. и др.).

Новейшие исследования проблематики обобщены в учебнике учёных Финансового университета, изданного в 2016 г. под ред. И. Ю. Беляевой и М.

А. Эскиндарова [2]. В частности, исследована роль социальной ответственности в формировании деловой репутации компании, проанализированы модели корпоративной социальной ответственности, рассмотрена практика реализации концепции КСО за рубежом и в России, пути и проблемы повышения социальной ответственности российских компаний, показаны новые технологии решений социальных проблем на корпоративном уровне.

Глобальность проблематики социальной ответственности

В абстрактном значении состояние ответственность есть «1) состояние зависимости жизни и деятельности человека от иного идеального или вещественного объекта/состояния бытия, которое (иное) оценивается человеком в качестве определяющего основания собственных жизни и деятельности; 2) состояние жизни и деятельности человека, при котором человек исполняет или нарушает нормы юридических и моральных законов и требований социума/общества» [2, с. 190-191]. Разновидностью материальной ответственности является ответственность экономическая - обязанность «экономического субъекта отвечать по принятым им обязательствам и выполнять договоры, соблюдать законы и платить налоги, компенсировать ущерб, нанесённый чужой собственности и окружающей среде» [3, с. 253].

По критериям Международного стандарта ISO 26000:2010 и его российского национального эквивалента, социальная ответственность (social responsibility) характеризуется как «ответственность организации за воздействие её решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этичное

поведение, которое содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества; учитывает ожидания заинтересованных сторон; соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения; и интегрировано в деятельность всей организации и применяется в её взаимоотношениях» [3; 4].

Исторически институты гражданского общества, в частности неправительственные организации, и государства предпринимали действия относительно различных аспектов социальной ответственности на рубеже 19-20 веков применительно к системам бизнеса. По критериям идеологии социальной справедливости в европейской культуре 19-20 вв. критерий социальной ответственности акторов хозяйственной деятельности абсолютизировался и оценивался агитационными средствами «социальное партнёрство», борьбы «за власть трудящихся», «права и свободы человека» и аналогичное. Хаос мнений о социальной ответственности сопровождался антигуманными методами экономической и общественной деятельности. Хаотичный фактор эволюции человечества служит поводом для учёных и деятелей культуры создать и реализовать высшие ценности бытия человека – идеалы - в оптимальных условиях удовлетворения витальных и общественных потребностей людей.

Профессионально обоснованием и пропагандой идеалов в культуре человечества заняты специалисты философии (философских наук). «Философами предложены человечеству универсальные идеалы: свобода, справедливость, истина, благо, добро, красота, гармония, гуманность, совершенство, Бог как высшее персонифицированное совершенство» [5, с. 8]. Утверждение высших ценностей жизни в состоянии вещественной реализации происходит противоречиво в исторических условиях и по критерию формы утверждения в системах культуры.

Исследователи современных аспектов глобализации 20-21 вв. выделяют новые особенности данного класса общественных изменений - эссенциальная (сущностная) зависимость глобальных проблем от состояния социальной ответственности акторов (субъектов) человечества. Многомерное содержание проблематики глобализации по критерию сущности объекта исследования может быть осознано в следующем описании: глобализация - «процесс формирования общемирового финансово-экономического и информационного пространства на базе новых информационных технологий и средств коммуникаций [6, с. 432]; «слово английского языка, переводимое на русский язык словами "всемирный", "всеобщий"; распространение действия фактора за пределы государства или определённого класса деятельности» [7, с. 40].

Один из важных для проблем менеджмента аспектов глобализации – достижение показателей единства и нормы стабильности формирующегося общечеловеческого технического, финансово-экономического и информационного пространства. По критериям систем управления средством достижения нормы и стабильности объекта выступает (является) стандарт и связанная с ним деятельность стандартизации. Основные абстрактные значения состояния и понятия «стандарт»: «1) официальный государственный или нормативно-технический документ отрасли, предприятия, фирмы, устанавливающий необходимые качественные характеристики и требования, которым должен удовлетворять данный вид продукции; 2) образец и эталон, с которым сравниваются другие подобные объекты» [3, с. 331].

По критериям современной постоянно реформирующейся организационно-правовой культуры России «стандартизация - деятельность по разработке (ведению), утверждению, изменению (актуализации), отмене, опубликованию и применению документов по стандартизации и иная деятельность, направленная на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации» [8]; объект стандартизации - продукция (работы, услуги), процессы, системы менеджмента, терминология, условные обозначения, исследования (испытания) и измерения (включая отбор образцов) и методы испытаний, маркировка, процедуры оценки соответствия и иные объекты [8].

Деятельность по достижению упорядоченности в отношении объектов стандартизации осуществляется в российской культуре в режимах оптимального соответствия с универсальными международными нормами.

С середины 20 века основным разработчик и издатель международных стандартов - Международная организация по стандартизации (ИСО, ISO) - создана в 1946 г. по решению ООН. В работе ИСО участвуют в разных подразделениях до 150 государств, в том числе Россия. Стандарты ИСО приняты в качестве национальных с уточнениями («модификация») государствами, в том числе в России, с названием - Государственный стандарт Российской Федерации (ГОСТ). Специалисты ИСО предложили относительно совершенную творческую систему квалиметрических измерений общественных объектов, в том числе экономических и социальных объектов, организованную в форме стандартов и их постоянных модификаций. Наиболее распространённые классы стандартов ИСО, каждый из которых постоянно совершенствуется: ISO 9000 Управление качеством; ISO 14000 Экологический менеджмент; ISO 3166 Коды стран; ISO 26000 Социальная ответственность; ISO 50001 Энергетический менеджмент; ISO 31000 Управление рисками; ISO 22000 Управление безопасностью продуктов питания; ISO 27001 Управление информационной безопасностью; ISO 20121 Экологическая самокупаемость мероприятий [9].

Стандарт ISO 26000:2010 «Guidance on social responsibility» на английском языке был опубликован 28 октября 2010 г. и признан официальным текстом. В 2012 г. был создан российский аналог ISO 26000 - ГОСТ Р ИСО 26000-2012 с названием «Руководство по социальной ответственности Guidance on social responsibility ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility» [3; 4]. Международный стандарт ISO 26000:2010 является авторитетным документом по принципам и основному содержанию социальной ответственности, её основным темам и проблемам, способам интеграции социально ответственного поведения в стратегии и системы, практики и изменения деятельности организации.

Субъектом социально ответственной деятельности по критерию данного стандарта является организация. Основные значения состояния и понятия «организация»: часть управленческой деятельности, специализирующейся на процессах координации действий отдельных элементов системы и достижении взаимного соответствия функционирования её частей; форма объединения людей для их совместной деятельности в рамках определённой структуры; планомерно созданное устойчивое объединение людей для выполнения определённой деятельности или заданных функций; процессы создания структурных частей объекта или объекта в целом; планомерно созданное устройство [6, с. 343].

По критериям Международного стандарта ISO 26000:2010 организация (organization) - единица или группа людей и объектов с соответствующей системой обязанностей, полномочий и отношений, а также с определяемыми целями, исключая обладающие суверенитетом правительства [3; 4]. По мнению разработчиков, необходимость в стандартизации социальной ответственности проявляют не менее шести групп заинтересованных общественных объектов («сторон»): потребители; государства; промышленность; трудящиеся; неправительственные организации (НПО); организации, оказывающие услуги, поддержку или ведущие исследования в области социальной ответственности; иные группы потребителей.

Множественность и разнообразие социально ответственной деятельности акторов общественной жизни по критерию стандарта упорядочивается принципами. Принципов социальной ответственности по критерию значения понятия «принцип» (principle) - фундаментальная основа принятия решения или поведения - не менее семи: подотчётность (accountability); прозрачность (transparency); этическое поведение; уважение интересов заинтересованных сторон; соблюдение верховенства закона; соблюдение международных норм поведения; соблюдение прав человека.

Разнообразие деятельности организации, в особенности субъектов экономической деятельности в условиях дефицита ресурсов, отличается противоречивыми показателями, в том

числе явления недобросовестной конкуренции, продвижением на рынки некачественных услуг и товаров, иные нарушения и достижения. По критерию социальной ответственности позитивное содержание деятельности организации упорядочивается в семи областях («темах», направлениях, проблематике) - организационное управление; права человека; трудовые практики; окружающая среда; добросовестные деловые практики; проблемы, связанные с потребителями; участие в деятельности сообществ и их развитие.

Каждая из проблематик («направлений») содержит конкретные («отдельные») проблемы с учётом ценностей социальной справедливости в условиях глобализирующегося человечества. Например, область («тема») «права человека» в контексте социально ответственной деятельности означает решение восьми проблем: Проблема 1: Должная предусмотрительность. Проблема 2: Ситуации, связанные с риском для прав человека. Проблема 3: Избежание соучастия. Проблема 4: Удовлетворение жалоб. Проблема 5: Дискриминация и уязвимые группы. Проблема 6: Гражданские и политические права. Проблема 7: Экономические, социальные и культурные права. Проблема 8: Основные права в сфере труда [3; 4].

Фактор организационного управления (organizational governance) - системы, посредством которой организация принимает и реализует решения для достижения своих целей, имеет первичное значение, которому подчиняются иные области ответственной деятельности.

В 21 веке по причинам противоречий между потребностями населения и возможностью их удовлетворения акторами социальной ответственности возникает необходимость в регулировании и сознательном управлении социально ответственной деятельностью. Представлены различные концепции и частные варианты практик социальной ответственности, конкретизированные и творчески усовершенствованные на основе принципов и направлений («тем») и проблем, изложенных в стандарте ISO 26000 и ГОСТ Р ИСО 26000-2012.

Под действием противоречивых факторов глобализации актуализируются новые аспекты социальной ответственности. В документах ООН [10] - «Декларация по окружающей среде и развитию», «Декларация по устойчивому развитию», «Цели развития тысячелетия» и иных актуализируют фактор устойчивого развития общественного объекта. По критериям глобальности «устойчивое развитие (sustainable development) - развитие, которое удовлетворяет потребностям настоящего времени, не ставя под сомнение возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности». По критериям идеалов человечества устойчивое развитие относится к состоянию единства («объединению») целей высокого качества жизни, здоровья и благополучия с социальной справедливостью. Эти социальные, экономические и экологические цели являются взаимозависимыми. Актуальным

показателем взаимозависимости выступает критерий «прав человека в социальной политике».

Общечеловеческое содержание многих аспектов охраны окружающей среды и здоровья, признание ООН ответственности государств за борьбу с бедностью и иными общезначимыми видами деятельности означает, что социальная ответственность предприятия (организации) актуализирует предметное осуществление идеалов социальной справедливости.

Идеал социальной справедливости осуществим в режимах единства деятельности государства и институтов гражданского общества, в том числе социально ответственной деятельности бизнеса, общественных организаций. В России координация социально ответственной деятельности экономических институтов гражданского общества эффективно осуществляется Российским союзом промышленников и предпринимателей (РСПП). В частности, специалисты РСПП в 2011 г. создали на основе стандартов социальной ответственности ИСО рекомендации российским компаниям по проведению самооценки организации их деятельности с целями оптимизации управления и успешной практики российского бизнеса в глобализующемся 21 веке [11].

Заключение

Обоснованные специалистами менеджмента принципы социальной ответственности ISO 26000:2010 и ГОСТ Р ИСО 26000-2012, — подотчётность; прозрачность; этическое поведение; уважение интересов заинтересованных сторон; соблюдение верховенства закона; соблюдение международных норм поведения; соблюдение прав человека — принадлежат к информационному множеству, объединяющему противоречивые изменения глобализации в государствах человечества.

Для оптимизации управления социальными взаимодействиями субъектов экономической деятельности во внешних и внутренних системах функционирования необходима апробация соответствия руководящих документов организации содержанию терминов, принципов и соответствию направлений деятельности критериев социальной ответственности, зафиксированных в стандарте ISO 26000. В условиях публичного управления организации по критериям социальной ответственности необходима система общепринятой нефинансовой и финансовой отчётности для массовой аудитории и многомерных потребителей. Под действием факторов актуализации новых показателей глобализации, например, по критерию 17-ти целей устойчивого развития человечества, принятых деятелями ООН в документе «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития до 2030 года» [12], стандарты социальной ответственности обречены функционировать в режиме публичного совершенствования.

Глобальные аспекты публичного управления социальной ответственности организации по

критериям международных и российских стандартов интегрируются в безграничных стремлениях человека и его социально организованных систем жизнедеятельности к оптимальному и гармоничному функционированию.

Библиографический список

1. ВАК. Паспорт специальности [Электронный ресурс]. – <http://teacode.com/online/vak>, свободный.
2. Корпоративная социальная ответственность: учебник / колл. авторов; под ред. И.Ю. Беляевой, М.А. Эскиндарова. – М, 2016. – 320 с.
3. ГОСТ Р ИСО 26000-2012 Руководство по социальной ответственности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-26000-2012>, свободный.
4. ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility [Электронный ресурс]. Режим доступа - www.ksovok.com/doc/iso, свободный.
5. Баранов, Г.В. Философия в культуре: монография / Г.В. Баранов. - Омск, 2015. – 280 с.
6. Антонова, Ю.И. Теория и история экономики: словарь понятий / Ю.И. Антонова, Г.В. Баранов. – Омск, 2010. – 472 с.
7. Баранов, Г.В. Понятия политологической культуры / Г.В. Баранов. – Омск, 2012. – 300 с.
8. Федеральный закон от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/633909>, свободный.
9. ИСО - Международная организация по стандартизации [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://www.iso.org/iso/ru/>, свободный.
10. Документы ООН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/documents/>, свободный.
11. Российский союз промышленников и предпринимателей [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.rsp.ru, свободный.
12. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/documents/>, свободный.

GLOBAL ASPECTS OF STANDARDIZATION OF SOCIAL RESPONSIBILITY OF THE ORGANIZATION

Yu.I. Antonova, G.V. Baranov

Abstract. The article analyzes the contents of the global aspects of the public organization's social responsibility; characterized by the spirit and principles of social responsibility on the international standard ISO criteria; The factors of social responsibility and economic unity of the organization of civil society; principles and issues of social responsibility of public organizations are evaluated according to the criteria of the historic opportunity of social justice.

Keywords: globalization, office of public, global problems, standardization, the social responsibility of the organization, social responsibility standards, principles of social responsibility.

References

1. VAK. *Pasport special'nosti* [VAK. Congue proprii]. Available at: <http://teacode.com/online/vak, svobodnyj>.
2. *Korporativnaja social'naja otvetstvennost': uchebnik* [Corporate socialis responsabilitatis]. I.Ju. Beljaevoj, M.A. Jeskindarova. Moscow, 2016. 320 p.
3. GOST R ISO 26000-2012 Rukovodstvo po social'noj otvetstvennosti. [State standart ISO 26000-2012 ductu R in socialis responsabilitatis]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-26000-2012, svobodnyj>.
4. *ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility* [ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility]. Available at: www.ksovok.com/doc/iso, svobodnyj.
5. Baranov G.V. *Filosofija v kul'ture* [In philosophia culturae]. Omsk, 2015. 280 p.
6. Antonova Ju.I., Baranov G.V. *Teorija i istorija jekonomiki: slovar' ponjatij* [Theoria Ciceronis Historia Dictionary conceptuum]. Omsk, 2010. 472 p.
7. Baranov G.V. *Ponjatija politologicheskoj kul'tury* [Conceptus culturae et politica]. Omsk, 2012. 300 p.
8. *Federal'nyj zakon ot 29 ijunja 2015. N 162-FZ «O standartizacii v Rossijskoj Federacii»* [Lex Federal Federal 29 June 2015 N-162 FZ "Standardization in in Russian Foederatio]. Available at: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/633909>,
9. *ISO - Mezhdunarodnaja organizacija po standartizacii* [ISO - International organization for standardization]. Available at: <http://www.iso.org/iso/ru/>, svobodnyj.
10. *Dokumenty OON* [Documenta Nationum]. Available at: <http://www.un.org/ru/documents/>, svobodnyj.
11. *Rossijskij sojuz promyslennikov i predprinimatelej* [Unio Russian industrialists et ergolabos]. Available at: www.rspp.ru, svobodnyj.
12. *Preobrazovanie nashego mira: Povestka dnja v oblasti ustojchivogo razvitija na period do 2030* [Transforming Our World: The agenda for sustainable development for the period till 2030]. Available at: <http://www.un.org/ru/documents/>, svobodnyj.

Антонова Юлия Ивановна (Россия, г. Омск) – старший преподаватель кафедры «Общественные науки» ФГОБУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Омский филиал (644001, г. Омск, ул. Масленникова, 43, e-mail: YIAntonova@fa.ru).

Баранов Геннадий Владимирович (Россия, г. Омск) – профессор, доктор философских наук, профессор кафедры «Общественные науки» ФГОБУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Омский филиал (644001, г. Омск, ул. Масленникова, 43, e-mail: 2014gennadii@mail.ru).

Antonova Julia Ivanovna (Russian Federation, Omsk) – senior teacher Department of «Social Sciences» FGOBU HPE «Financial University under the Government of the Russian Federation», Omsk branch (644001, Omsk, Maslennikov St., 43, e-mail: YIAntonova@fa.ru).

Baranov Gennady Vladimirovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of philosophical science, professor Department of "Social Sciences" FGOBU HPE «Financial University under the Government of the Russian Federation», Omsk branch (644001, Omsk, Maslennikov St., 43, e-mail: 2014gennadii@mail.ru).

УДК 338.36

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Е.А. Байда

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос возможности создания и внедрения на российских предприятиях собственных производственных систем на основе обобщения зарубежного и отечественного опыта применения инструментов бережливого производства с целью снижения издержек производства, временных потерь и повышения производительности труда как одного из важнейших показателей социально-экономического развития страны. Также в статье обосновывается целесообразность и своевременность внедрения национальных стандартов по бережливому производству, как инструментов эффективного производственного менеджмента.

Ключевые слова: производственный менеджмент, бережливое производство, производственная система, конкурентоспособность, организация.

Введение

Производственные предприятия играют важнейшую роль в экономике государства. Развитие национальное производство является ключевым фактором формирования экономических возможностей, которые способны обеспечить устойчивые позиции страны на мировом рынке и независимость национальной экономики от других стран, что в современных условиях является актуальным для России. В рамках заседания комиссии по мониторингу достижения целевых показателей социально-экономического развития Президентом РФ было особо отмечено, что для эффективного развития экономики не задействован ее ключевой резерв - производительность труда. По итогам 2014 года рост производительности труда составил всего 0,5 процента, а по итогам первого квартала 2015 года показатель вообще ушёл в минус [1].

В современных условиях, задача повышения производительности труда, в первую очередь, решается внедрением в производство новых технологий, приобретением нового оборудования, что в условиях санкций и трудностей у

предприятий с привлечением банковских кредитов сделать очень трудно. Это факт обуславливает необходимость поиска внутренних резервов повышения производительности труда, в частности через построение эффективных производственных систем, разработка которых не требует больших денежных затрат, но дает высокую эффективность в части снижения издержек производства и различных видов потерь.

Предпосылки создания производственных систем организаций

Повышение открытости российской экономики и усиление международной конкуренции обосновывают актуальность изучения факторов, влияющих на повышения эффективности и конкурентоспособности российских производственных предприятий [2].

При этом факторы, оказывающие влияние на эффективность и конкурентоспособность предприятий, можно разделить на три группы: факторы макроэкономической и институциональной среды, факторы ресурсного обеспечения, факторы производственного управления, связанные с применением специфических принципов и подходов к организации производства (см. табл.1).

Таблица 1 – Факторы, оказывающие влияние на эффективность и конкурентоспособность предприятий

Факторы, макроэкономической и институциональной среды	Факторы ресурсного обеспечения	Факторы производственного управления
меры государственного регулирования, направленные: <ul style="list-style-type: none"> - на обеспечение макроэкономической стабильности; - совершенствование инвестиционного климата; - снижение административных барьеров. 	оказывают влияние на рост производительности труда, повышения качества и развития способности к созданию и внедрению инноваций. Эти изменения обычно связываются: <ul style="list-style-type: none"> - с ростом инвестиций в оборудование, расходов на НИОКР; - наймом более квалифицированного персонала. 	специфические управленческие методики, связанные с построением производственных систем.

Макроэкономические и институциональные факторы являются необходимыми, но не достаточными для обеспечения условий повышения конкурентоспособности, хотя в настоящее время эти факторы достаточно подробно изучены.

Факторы ресурсного обеспечения традиционно оказывают влияние на рост производительности труда, повышения качества и развития способности к созданию и внедрению инноваций. Ускорение роста за счет этих факторов ограничено тем, что возможности развития получает ограниченный круг уже успешных

предприятий, обладающих достаточными инвестиционными ресурсами.

Роль факторов производственного управления, связанных с применением специфических принципов и подходов к организации производства, является недостаточно изученной в российских условиях. В международной практике считается, что различия в эффективности предприятий, находящихся в сопоставимых условиях по предыдущим двум группам факторов, в значительной степени объясняются использованием специфических управленческих методик, связанных с построением производственных систем.

Изучение и подробный анализ специфических принципов и подходов к организации производства с целью их применения в практике производственных предприятий на сегодняшний день имеет важное значение, т.к. перед нашей страной остро стоит вопрос повышения производительности труда, как одного из важнейших целевых показателей социально-экономического развития Российской Федерации. По данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) за человеко-час в России производится продукта на 25,9 долл., что меньше, чем в самых «отстающих» странах Европы, таких как Латвия и Польша [3]. Производительность труда в России почти в полтора раза меньше, чем в Греции и вдвое меньше среднего показателя стран Европейского союза (ЕС) (см. рис. 1).

При этом в России один из самых высоких показателей по количеству рабочих часов на душу населения. В России сотрудники проводят на работе 1982 часа в год, уступая в Европе только Греции (2034 часа в год).

Анализируя выше представленную статистику можно сделать вывод, что отечественные предприятия неэффективно используют рабочее время для производства

продукции. Это может быть связано как с устаревшей материально-технической базой предприятий, так и с плохой организацией производственного процесса.

В международной практике разработка и внедрение собственных производственных систем предприятиями показала высокую эффективность и результативность, что обуславливает актуальность и необходимость изучения их специфических особенностей, выделение главных принципов и методов организации производства с последующим внедрением на российских предприятиях, а также определение возможных направлений государственной политики по их стимулированию.

Производственная система предприятия охватывает все стадии его производственно-сбытовой деятельности. Таким образом, от ее эффективности зависит качество продукции, издержки производства, в конечном счете, конкурентоспособность предприятия.

Эффективность производственной системы определяется тем, насколько рационально используются имеющиеся на предприятии ресурсы, с учетом производственной специфики предприятия и особенностей его внешней среды (см. табл. 2).

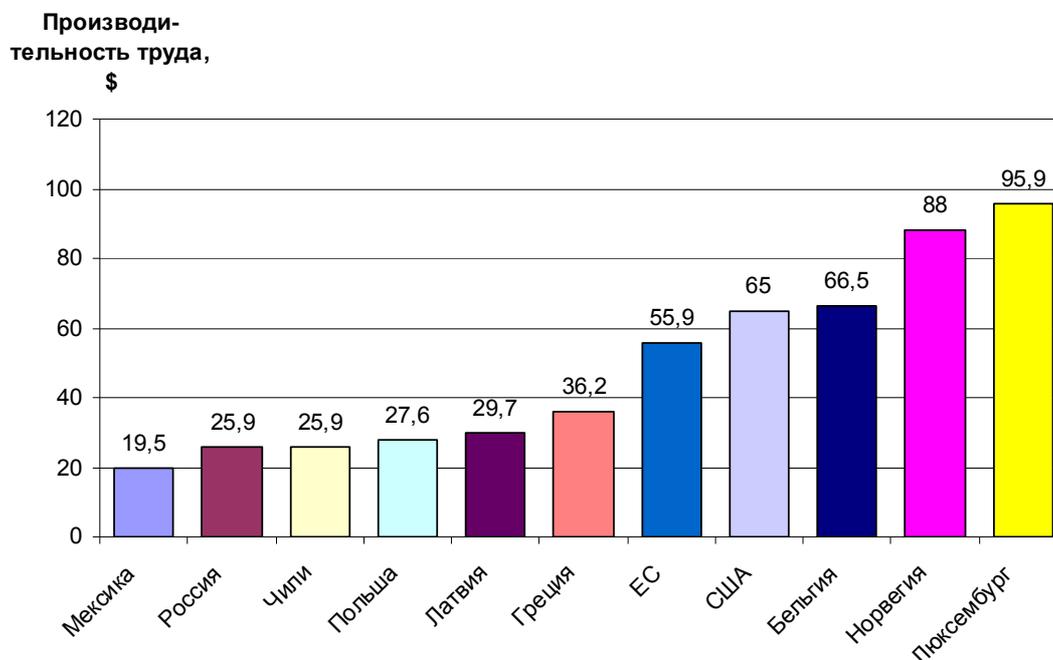


Рис. 1. Уровни производительности труда на 2015 год [4]

Таблица 2 – Индикаторы эффективности производственной системы [5]

Компоненты производственной системы	Индикаторы эффективности производственной системы
Управление закупками	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Объем и оборачиваемость запасов на складе ▪ Доля бракованных комплектующих ▪ Интенсивность поставок ▪ Количество срывов поставок
Операции рабочих	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Расход времени на основные и вспомогательные рабочие операции ▪ Количество и время незапланированных простоев рабочих ▪ Количество рацпредложений на одного рабочего
Обслуживание оборудования	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Количество и время незапланированных простоев оборудования ▪ Расход времени в связи с установкой, пуском, переналадкой оборудования
Управление материальными потоками	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Длина пути перемещения ресурсов от поступления на предприятие до отправки конечному потребителю ▪ Объем и оборачиваемость запасов незавершенной продукции
Управление качеством	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Количество выявленных дефектов ▪ Частота возникновения дефектов по причине отказа оборудования, ошибок в рабочих операциях, бракованной продукции поставщиков и др.

Мировой опыт по совершенствованию производственных систем достаточно разнообразен и состоит из управленческих методик, улучшающих организацию отдельных производственных процессов путем исключения «лишних» затрат из производства. Основой большинства таких методик является японский опыт, в частности производственная система компании Toyota (TPS), интерес к которой связан с тем, что компания является мировыми лидерами по показателям качества продукции, производительности труда, оптимизации запасов и затрат.

Систематизация японского опыта организации производства позволяет выделить основные управленческие

методики, используемые в Японии для построения эффективных производственных систем (см. табл. 3).

Многие из этих методик, получили англоязычные названия и применяются для модернизации производственных систем предприятий в западных странах. Привлекательность этих методик связана не только с возможностями увеличения производительности и повышения качества, но и применимостью в условиях жесткого бюджетного ограничения, потому что в большинстве случаев, для применения этих методик не требуется существенных капитальных затрат даже при использовании в традиционно капиталоемких производствах.

Таблица 3 – Современные методы организации производства на основе японского опыта [4]

Компоненты производственной системы	Современные методы организации
Управление закупками	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Минимизация складских запасов за счет частых поставок малыми партиями (<i>just-in-time, kanban</i>) ▪ Установление долгосрочных отношений с поставщиками
Операции рабочих	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стандартизация рабочего места (<i>5S</i>) ▪ Мотивация рабочих к выдвижению рацпредложений
Обслуживание оборудования	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Обучение персонала обслуживанию оборудования и выявлению неполадок (<i>TPM</i>) ▪ Быстрая переналдка оборудования (<i>SMED</i>)
Управление материальными потоками	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Определение оптимального расположения оборудования и пути транспортировки ресурсов в процессе производства (<i>VSM</i>)
Управление качеством	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Применение систем визуального и автоматического контроля, предотвращающих возникновение дефектов (<i>andon, poka-yoke</i>) ▪ Введение практики остановки производства в случае обнаружения дефекта (<i>jidoka</i>)

Направления развития современных производственных систем

Работа по созданию целостных производственных систем на российских

предприятиях началась в 2002-2003 гг. – и явилась закономерным переходом от применения отдельных инструментов оптимизации производства к комплексному

построению эффективных производственных систем. Это вполне закономерный результат – в результате кризиса, а также прихода на российский рынок зарубежных производителей конкуренция фактически

переместилась на уровень операционной эффективности предприятий.

В последние годы наблюдается рост количества предприятий, модернизирующих свои производственные системы с учетом японского опыта (см. табл. 4)

Таблица 4 – Примеры производственных систем

Отрасль	Компания
Автомобильная промышленность	DaimlerChrysler, Ford, General Motors
Металлургия	Alcoa
Химическая	DuPont

Также растет в настоящее время и интерес российских предприятий к улучшению организации производства. Уже есть положительный опыт разработки и внедрения своих производственных систем на таких отечественных предприятиях как: ОАО «Камаз», ОАО «Сбербанк», ОАО «РЖД», ОК «РУСАЛ», «Группа ГАЗ», госкорпорация «РОСАТОМ» и др [6].

Многие российские предприятия начинают с внедрения отдельных инструментов, основанных на опыте японских предприятий (см.рис.2). Усилия предприятий, совершенствующих свои производственные системы, направлены главным образом на повышение качества продукции, в рамках философии бережливого производства, которая сформировалась на японском опыте.

Наиболее высокую активность по модернизации производственных систем проявляют крупные предприятия, относящиеся к отраслям машиностроения или металлургии, что обусловлено высокой конкуренцией на внутреннем и международном рынках в этих отраслях.

Вместе с тем, модернизация производственных систем на российских промышленных предприятиях происходит неравномерно и в целом представляет собой все еще нечастое явление в российской практике.

Для стимулирования этого процесса, в 2014 году Министерством промышленности и торговли РФ было принято решение о создании системы сертификации в области бережливого производства и разработке серии государственных стандартов.

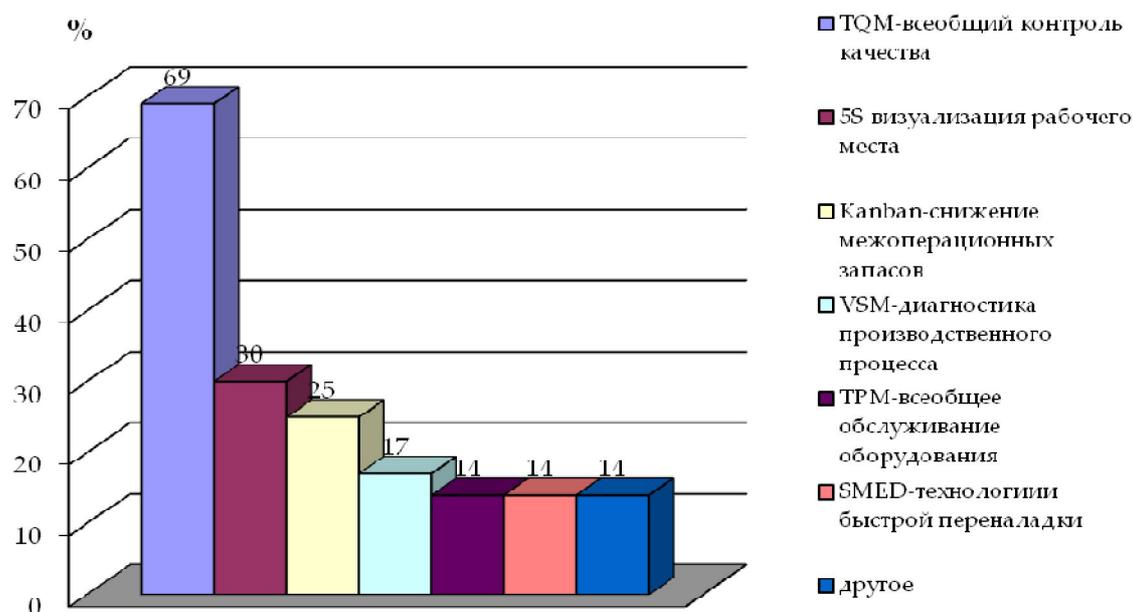


Рис. 2. Доля внедряемых методов модернизации производственной системы российских предприятий (японский опыт) [7]

2 июня 2015 г. был введен в действие ряд национальных стандартов в области бережливого производства, которые, устанавливая требования к системе менеджмента бережливого производства [8], регламентируют порядок сертификации систем менеджмента бережливого производства [9], устанавливают критерии для оценки системы менеджмента бережливого производства [10], определяют методы и инструменты бережливого производства [11].

Комплекс данных стандартов призван помочь в разработке собственных производственных систем в случаях, когда организация ставит своей целью повышение удовлетворенности потребителей, акционеров, работников организации, общества, государственных органов и других заинтересованных сторон посредством результативного применения инструментов бережливого производства.

Стандарты также предназначены для применения в процессе сертификации системы бережливого производства и для проведения самооценки организации.

Выводы

Бережливое производство (lean production, TPS, кайдзен) – одна из самых популярных систем современного производственного менеджмента. Его принципы строятся на сокращении всевозможных издержек, за счёт чего предприятие имеет возможность получить дополнительную и немалую прибыль. Главным при этом является то, что бережливое производство дает возможность предприятию найти внутренние резервы сокращения потерь, основными из которых являются потери времени, за счет чего осуществляется повышение производительности труда и эффективности производства.

Сегодня внимание руководителей предприятий в первую очередь направлено на кардинальные преобразования производственных процессов и инновации для достижения технологических прорывов, что влечет существенные изменения производственной среды и требует больших инвестиций [12]. С таких позиций разработку собственной производственной системы можно рассматривать как дополнение к преобразованиям для увеличения эффекта. Но на самом деле, эффект от постоянных усовершенствований в сумме сравним с внедрением инноваций, а затраты при этом могут быть меньше во много раз. Правильный

подход к разработке и внедрению производственных систем доказывает, почему японские компании не останавливаются в своём стремлении к росту и развитию, и он может позволить любому российскому предприятию получить устойчивые результаты в повышении эффективности производства без больших финансовых вложений.

Таким образом, необходимость и своевременность внедряемых национальных стандартов по бережливому производству и подходов к совершенствованию производственных систем предприятий очевидна и в сложившихся экономических условиях должна является приоритетным направлением развития традиционного менеджмента.

Библиографический список

1. Сайт «Expert Online». – Режим доступа: <http://expert.ru/2015/05/8/pora-vzyatsya-za-proizvoditelnost> (дата обращения: 09.02.2016).
2. Кононова, В.Ю. Модернизация производственных систем на российских предприятиях: оценка влияния, масштабы применимости и содержание госполитики / В.Ю. Кононова. – ИКСИ, 2010. – Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/production_management/systems/mod-proiz-system.html (дата обращения: 10.02.2016).
3. Сайт «Организация экономического сотрудничества и развития». – Режим доступа: <http://www.oecd.ru> (дата обращения: 09.02.2016).
4. Сайт газеты «Ведомости». – Режим доступа: <http://www.vedomosti.ru/management/articles/2015/08/10/604195-oesr-nizkaya-proizvoditelnost> (дата обращения: 13.02.2016).
5. Павлова, А.В. Противоречия и принципы управления изменениями в условиях инновационно-технологической модернизации машиностроительного производства / А.В. Павлова. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/27_NNM_2011/Economics/10_92986.doc.htm (дата обращения: 10.12.2015).
6. Производственные системы России: аналитическое исследование [Электронные ресурсы]. – Режим доступа: <http://www.up-pro.ru/docs/analyticsdemo.pdf> (дата обращения 20.12.2015).
7. Кононова, В.Ю. Модернизация производственных систем на российских промышленных предприятиях: современное состояние и перспективы / В.Ю. Кононова // Российский журнал менеджмента. – 2006. – Т. 4, № 4. – С. 119-132.
8. ГОСТ Р 56404-2015 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента». – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 20 с.

9. ГОСТ Р 56405-2015 «Бережливое производство. Процесс сертификации систем менеджмента. Процедура оценки». – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 15 с.

10. ГОСТ Р 56406-2015 «Бережливое производство. Аудит. Вопросы для оценки системы менеджмента». – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 32 с.

11. ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты». – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 16 с.

12. Байда, Е.А. Обеспечение конкурентоспособности производственных организаций // Е.А. Байда // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ. – № 3 (43). – 2015. – С. 79-84.

CURRENT STATE AND TENDENCIES OF DEVELOPMENT PRODUCTION SYSTEMS

E.A. Bayda

Abstract. In this article the question of a possibility of creation and introduction at the Russian enterprises of own production systems on the basis of synthesis of foreign and domestic experience of use of instruments of economical production for the purpose of decrease in costs of production, temporary losses and increase of labor productivity as one of the most important indicators of social and economic development of the country is considered. Also expediency and timeliness of introduction of national standards on economical production as instruments of effective production management is proved in article.

Keywords: production management, economical production, production system, competitiveness, organization.

References

1. *Sajt Expert Online* [Website Expert Online]. Available at: <http://expert.ru/2015/05/8/pora-vzyatsya-za-proizvoditelnost> (accessed: 09.02.2016).

2. Kononova V.Ju. *Modernizacija proizvodstvennyh sistem na rossijskih predpriyatijah: ocenka vlijanja, masshtaby primenimosti i sodержание gospolitiki* [Modernization of production systems at the Russian enterprises]. IKSI, 2010. Available at: http://www.up-pro.ru/library/production_management/systems/mod-proiz-system.html (accessed 10.02.2016).

3. *Sajt Organizacija jekonomicheskogo sotrudnichestva i razvitija* [Organization for Economic Cooperation and Development]. Available at: <http://www.oecd.org> (accessed 09.02.2016).

4. *Sajt gazety Vedomosti* [Website of the Vedomosti newspaper]. Available at: <http://www.vedomosti.ru/management/articles/2015/08/10/604195-oesr-nizkaya-proizvoditelnost> (accessed: 13.02.2016).

5. Pavlova A.V. *Protivorechija i principy upravlenija izmenenijami v uslovijah innovacionno-tehnologicheskoy modernizacii mashinostroitel'nogo proizvodstva* [Contradictions and principles of management of changes in conditions of innovative and technological modernization of machine-building production]. Available at: http://www.rusnauka.com/27_NNM_2011/Economics/10_92986.doc.htm (accessed 10.12.2015).

6. *Proizvodstvennye sistemy Rossii: analiticheskoe issledovanie* [Production systems of Russia: analytical researches]. Available at: <http://www.up-pro.ru/docs/analyticsdemo.pdf> (accessed 20.12.2015).

7. Kononova V.Ju. *Modernizacija proizvodstvennyh sistem na rossijskih promyshlennyh predpriyatijah: sovremennoe sostojanie i perspektivy* [Modernization of production systems at the Russian industrial enterprises: current state and prospects]. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta*, 2006, T. 4, no 4. pp. 119-132.

8. *GOST R 56404-2015 «Berezhlivoe proizvodstvo. Trebovanija k sistemam menedzhmenta»* [State standart 56404-2015 Economical production. Requirements to systems of management]. Moscow, FGUP «Standartinform», 2015. 20 p.

9. *GOST R 56405-2015 Berezhlivoe proizvodstvo. Process sertifikacii sistem menedzhmenta. Procedura ocenki»* [State standart 56405-2015 Economical production. Process of certification of systems of management. Assessment procedure]. Moscow, FGUP «Standartinform», 2015. 15 p.

10. *GOST R 56406-2015 Berezhlivoe proizvodstvo. Audit. Voprosy dlja ocenki sistemy menedzhmenta»* [State standart 56406-2015 "Economical production. Audit. Questions for an assessment of system of management"]. Moscow, FGUP «Standartinform», 2015. 32 p.

11. *GOST R 56407-2015 «Berezhlivoe proizvodstvo. Osnovnye metody i instrumenty»* [State standart 56407-2015 Economical production. Main methods and tools]. Moscow, FGUP Standartinform, 2015. 16 p.

12. Bajda E.A. *Obespechenie konkurentosposobnosti proizvodstvennyh organizacij* [Ensuring competitiveness of the production organizations]. *Vestnik SibADI*, no 3 (43), 2015. pp. 79-84.

Байда Елена Александровна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление качеством и сервис» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: baida_elena@mail.ru).

Bayda Elena Aleksandrovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: baida_elena@mail.ru).

УДК 332.025

КОНТЕКСТУАЛИЗАЦИЯ ТЕОРИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

В.В. Бирюков, Е.В. Романенко
ФГБОУ ВПО СибАДИ, Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы контекстуализации теории предпринимательства. Обоснована уточненная методология, позволяющая предложить целостное видение решения проблемы исследования множественности контекстов и их влияния на предпринимательства, а также влияния предпринимательства на контексты. Представлен мультиконтекстуальный подход, который ориентирован на ревалентное описание процессов структурирования предпринимательской деятельности и выявление механизмов этого структурирования, возникающих в конкретно-исторических условиях. Для исследования множественности контекстов предлагается использовать многомерную систему координат, выражающих проекцию (контекст) важнейших структурных условий предпринимательства.

Ключевые слова: предпринимательство, контекстуализация, культурно-ценностные ориентации, институциональная система, инновации.

Введение

Происходящие качественные перемены в современной экономике характеризуются динамичностью и сложностью технологических и рыночных изменений, активно развивающимися процессами глобализации и сменой парадигмы ведения бизнеса, вызванной переходом к инновационной модели конкуренции. Они сопровождаются формированием новой системы взаимосвязанных драйверов, определяющих изменения в предпринимательском поведении. В связи с этим возрастает значимость разработки подходов к исследованию предпринимательства как специфического вида инновационной деятельности, ориентированного на поиск и реализацию возможностей развития бизнеса исходя из сложившегося состояния деловой среды в данных конкретно-исторических условиях.

Сегодня исследователи все больше соглашаются с мнением, что понимание предпринимательских практик может быть более содержательным при рассмотрении их в культурном, институциональном, социальном, территориальном, историческом, временном и иных значимых аспектах, так как эти аспекты определяют возможности и границы действий предпринимателей. В настоящее время большое число работ посвящено рассмотрению отдельных контекстов предпринимательства, но недостаточное внимание уделяется рассмотрению проблемы мультиконтекстуального подхода, позволяющего сформировать системно-

целостное видение на процессы взаимодействия структурных условий и предпринимательского поведения.

Анализ исследований проблемы

Выполненные в XX в. многочисленные исследования позволили значительно продвинуться в осмыслении феномена предпринимательства. При этом все больше распространяется убеждение о важности контекста для понимания того, как и почему происходит то или иное предпринимательское действие. В исследованиях по менеджменту, как отмечает Ф.Вельтер, контекст обозначает окружение, ассоциирующееся с определенными явлениями и помогающее их объяснять; контекст интерпретируется как совокупность стимулов, существующих во внешней среде; контекст трактуется как ситуативные возможности, ограничения, влияющие на поведение; контекст может рассматриваться как обстоятельства, условия, ситуации или среды, выступающие внешними по отношению к соответствующему явлению и способствующие ему или ограничивающие его [1]. При этом зарубежными и российскими исследователями была показана значимость разных контекстов – социального, пространственного, институционального и социетального [2]. Указывая на важность контекста, У. Гартнер отмечает, что наблюдатели «имеют тенденцию недооценивать влияние внешних и переоценивать влияние внутренних или личностных факторов при формулировании суждений о поведении других индивидов» [3]. У. Баумоль обращает внимание на то, что

правила, регулирующие предпринимательство, «кардинально меняются в зависимости от времени и места» [4].

Кроме того, были показаны различия между многослойным и дискретным измерением контекстов. Многослойный контекст ориентирован на широкую перспективу с акцентированием внимания на вопросах «кто?», «что?», «когда?», «где?», и «почему?», тогда как дискретный контекст связан с конкретными контекстными переменными [1,5,6]. В большей части исследований предпринимательства рассматриваются дискретные контексты, в данной статье фокусируется внимание на вопросах разработки мультитекстуального подхода, учитывающего взаимовлияния контекстов и роль системообразующих факторов, связывающих разнородные контексты воедино.

Мультитекстуальный подход к исследованию предпринимательства

Для изучения контекстуальных особенностей организации предпринимательской деятельности важно использование основанного на системно-эволюционной парадигме мультитекстуального подхода как особого способа многомерного видения экономической реальности, который позволяет рассматривать экономическую систему в контексте сложной совокупности неоднородных субъектов, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой в рамках общего пространства времени. Данный подход акцентирует внимание на многомерном исследовании того аспекта экономики, который связан с детерминирующим действием разнородных структурных условий и факторов, скрыто влияющих на ход экономических процессов и изменений. Занимая определенное место в системно-иерархической структуре, субъекты экономики как ее активные и главные элементы через свои особые позиции встроены в различные сети связей и исходя из этого взаимодействуют между собой, ориентируясь на достижение лучшего соотношения выгод и издержек с учетом сложившегося контекста.

Сегодня в условиях возрастания значимости культурных, институциональных и нематериальных факторов в организации бизнеса, необходимо расширение проблемного поля исследований исходя из того, что предприниматели участвуют в экономических процессах обладая широким спектром мотивов поведения, их

взаимодействия носят ментальный характер и являются ценностно-ориентированными; в результате с учетом сложившихся условий происходит фильтрация желаний, поиск альтернатив поведения, их тестирование и отбор. Для выявления особенностей формирования различных контекстов предпринимательской деятельности, их взаимосвязей и соподчиненности предлагается пересмотреть утвердившиеся представления, основанные на абсолютизации автономии и взаимосвязи этики и экономики как различных сфер человеческого поведения. В соответствии с предлагаемым подходом экономико-культурные ориентации, цели и мотивы поведения предпринимателей рассматриваются как специфические факторы, которые являются эндогенными, а не экзогенными.

Важно учитывать, что страновые, региональные и другие контекстуальные различия в моделях и формах предпринимательской деятельности выражают противоречивую взаимосвязь структурных условий и способностей людей, характеризуя основанный на использовании культурно-ценностных представлений результат оценки их реакции на сигналы, поступающие из окружающей среды. В результате экономических взаимодействий складывается институциональная система, которая выражает установившиеся между разнородными субъектами под влиянием их ценностно-мотивационных ориентиров и переговорной силы различные соглашения и соответствующая им многоуровневая система общих культурно-ценностных представлений. Институциональная система, упорядочивая взаимодействия людей, способствует получению системно-синергетического эффекта за счет разделения труда, кооперации и сетевых структур и формированию на этой основе частных выгод. Возникающая в данных условиях институциональная матрица оказывается следствием согласования частично совпадающих, но в некоторой степени и конфликтующих частных и общих интересов в зависимости от получаемой взаимной выгоды. Она поддерживает утвердившийся набор культурно-ценностных ориентаций хозяйственных практик и определяет общий уровень комплементарности, дисфункциональности и лигитивности институциональной системы, а также уровень и доверия в хозяйственной жизни общества.

Контексты предпринимательства выступают как совокупность

взаимодополняющих сфер (подсистем), каждая из которых, характеризуя различные аспекты проявления ценностно-ориентированного поведения субъектов и складывающиеся на этой основе специфические взаимосвязи, строится на особых способах координации и системе оценочных представлений, с помощью которых происходит осмысление изменений в деловой среде. Целостность экономической системы и существование единого экономико-временного пространства возможно обеспечить лишь в результате реализации общих принципов при формировании качественно разнородных контекстов, соответствующих утвердившимся в обществе общим ценностям, и поддержания исходя из этого некоторого уровня их сбалансированности (компромисса). Если данный уровень становится ниже критического, то происходит распадение системы на фрагменты и утрата ее целостности [7,8].

Институциональные нормы и правила создают ограничения, определяют возможности и стимулы для предпринимательства, культурно-ценностные ориентации влияют на распознавание технологических, рыночных и организационных возможностей предпринимателями, а также их использование. При этом укорененная система культурно-ценностных ориентаций обуславливает пространство возможностей инструментального восприятия меняющейся среды и адаптации своих ресурсов и компетенций, они также оказывают то или иное преобразующее влияние на сложившуюся экономическую систему, ее отдельные структурные образования, создавая новые когнитивно-креативные способности и новые контекстуальные условия. Анализ эволюции экономики предполагает учет как эффекта зависимости от траектории развития в прошлом (path dependence), формирующегося самоусиливающие механизмы возрастающей отдачи, так и эффекта влияния ожидаемых перемен в будущем.

Пусковым механизмом институциональных инноваций является накопления опыта и знаний, связанных с обнаружением новых технологических, рыночных и организационных возможностей и новым восприятием выгод и издержек, а также формированием представлений об альтернативных моделях поведения, основанных на обновленных культурных -

вариации институциональных переменных (правил), регулирующих поведение субъектов в каждом контексте.

Контексты переплетены между собой и охватывают различные уровни анализа. Корректная интерпретация взаимодействия системы культурно-ценностных установок и представлений с системами институциональных норм и правил, регулирующих организационно-управленческие, технико-экономические, территориально-экономические, экономико-временные и другие значимые контекстуальные связи, должна принимать во внимание взаимную детерминацию каждого измерения экономики, их взаимная связанность во времени является не жесткой, а коэволюционной, изменчивостно-неравномерной и цикловолевой. В реальной хозяйственной жизни могут возникнуть разные типы структурных противоречий, деформаций и асимметрий [9]. При этом в силу плюралистичности социально-экономической реальности складываются разнообразные модели и формы организации бизнеса, реализуются различной степени радикальности инноваций, распространяются в разных масштабах конструктивные и деструктивные типы предпринимательства [10].

Предприниматели действуют в заставаемых контекстах, при значительном влиянии на их деятельность контекстуальных переменных. Но обладая ментально-интеллектуальными способностями ценностно-ценностных ориентирах. С их помощью субъекты интерпретируют окружающий мир и осуществляют выбор модели поведения, институциональных норм и правил, которые становятся средством воплощения новых идей об устройстве экономики. Спрос на институциональные изменения формируется в контексте воспринимаемых выгод и издержек их осуществления, соотношение которых различно для разных субъектов и вариантов выбора траекторий изменений. При этом субъекты и организации, получающие значительный выигрыш в рамках сложившейся институциональной матрицы, будут заинтересованы подстраивать под ее регулирующие правила, воспроизводя зависимость от траектории развития.

Скорость изменения экономических систем, характеризующая переход из одного состояния в другое, обуславливается их инерционностью, последняя может существенно варьировать в зависимости от разных обстоятельств. Ключевое значение

имеют факторы инерционности, свойственные каждому из контекстов предпринимательской деятельности и характеризующие направленность и степень влияния на параметры этой деятельности и определяющие приемлемые сочетания элементов изменчивости и наследственности. При этом важными являются способности выявления тормозящих преобразования сил, организационных форм и институтов, а также реализация мер, позволяющих ослабить их воздействие и успешно проводить изменения.

Реализуемая в нашей стране экономическая модель не позволяет успешно решать задачи повышения конкурентоспособности и производительности, поскольку она основывается на использовании неолиберального типа ценностно-смысловой схеме интерпретации хозяйственных практик и методов регулирования, недооценивая специфику контекстуальных условий и резкое усиление влияния новых источников роста. В условиях смены технико-экономической парадигмы в мировом хозяйстве крайне важным для России становится пересмотр устаревших приоритетов и подходов к решению социально-экономических проблем и формирование неоиндустриальной модели, предусматривающей обновление культурно-ценностных установок и устранение структурно-технологических и институциональных дисфункций, формирование бизнес-среды, благоприятной для развития предпринимательства в условиях инновационной конкуренции [11, 12].

Заключение

На основе анализа и систематизации сложившихся теорий предлагается уточненная методология, опирающаяся на системно-эволюционную парадигму, дополненную идеями многомерного пространственно-временного подхода. В соответствии разработанным мультиконтекстуальным подходом представлено целостное видение решения рассматриваемых проблем, учитывающее взаимосвязь, взаимовлияние и относительную независимость формирования контекстуальных параметров предпринимательских практик.

Предложенный подход способствует системному пониманию предпринимательства, является многоплановым, охватывает различные уровни исследования и позволяет подвергнуть сомнению исследовательские программы, абсолютизирующие значимость тех или иных контекстов и подразумевающие

одностороннюю связь между контекстом и предпринимательством.

Мультиконтекстуальный подход включает в себя рассмотрение часто игнорируемых культурно-ценностных, институциональных, территориальных, исторических и других имеющих значимость ситуативных аспектов. Данный подход помогает объяснить, почему характер, масштабы и результаты предпринимательской деятельности могут существенно варьировать в различных странах, регионах и иных условиях.

Библиографический список

1. Вельтер, Ф. Контекстуализация предпринимательства - концептуальные задачи и пути их решения / Ф. Вельтер // Российский журнал менеджмента. – 2013. – Том 11, № 2. – С. 85-106.
2. Чепуренко, А.Ю. Теория предпринимательства: важность контекста / А.Ю. Чепуренко, А.А. Яковлева // Российский журнал менеджмента. – 2013. – Т. 11. – № 2. – С. 51-60.
3. Gartner W. B. 1995. Aspects of organizational emergence. In: Bull I., Thomas H., Wil-lard G. (eds.). *Entrepreneurship: Perspectives on Theory Building*. Pergamon: Oxford; 67-86.
4. Баумоль, У. Предпринимательство: производительное, непроизводительное и деструктивное / У. Баумоль // Российский журнал менеджмента. – 2013. – Том 11, № 2. – С. 61-84.
5. Johns G. 2006. The essential impact of context on organizational behaviour. *Academy of Management Review* 31 (2): 386-408.
6. Whetten D.A. 1989. What constitutes a theoretical contribution? *Academy of Management Review* 14 (4): 490-495.
7. Плосконосова, В.П. Структурирование правящей элиты и формирование траектория социальных изменений / В.П. Плосконосова. – Омск, 2008. –193 с.
8. 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.
9. Бирюков, В.В. Социальные трансформации и модернизация российского общества / В.В. Бирюков, В.П. Плосконосова, П.В. Ополев. – Омск, 2013. – 265 с.
10. 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.
11. Романенко, Е.В. Малое и среднее предпринимательство в условиях модернизации российской экономики / Е.В. Романенко, В.В. Бирюков // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 2. – С. 158-165.
12. 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.

CONTEXTUALIZATION OF THE THEORY
OF BUSINESS

V.V. Biryukov, E.V. Romanenko

Abstract. In article questions of a contextualization of the theory of business are considered. The specified methodology allowing to offer complete vision of a solution of the problem of research of plurality of contexts and their influence on businesses, and also influences of business on contexts is proved. Multicontextual approach which is focused on the revalentny description of processes of structuring business activity and identification of the mechanisms of this structuring arising in concrete historical conditions is presented. For research of plurality of contexts it is offered to use multidimensional system of the coordinates expressing a projection (context) of the major structural conditions of business.

Keywords: business, kontekstualization, cultural and valuable orientations, institutional system, innovations.

References

1. Vel'ter F. Kontekstualizacija predprinimatel'stva - konceptual'nye zadachi i puti ih reshenija [Kontekstualization of business - conceptual tasks and ways of their decision]. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta*, 2013, Tom 11, no 2. pp. 85-106.
2. Chepurenko A.Ju., Jakovleva A.A. Teorija predprinimatel'stva: vazhnost' konteksta [Theory of business: importance of a context]. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta*, 2013, T. 11, no 2. pp. 51-60.
3. Gartner W.B. 1995. Aspects of organizational emergence. In: Bull I., Thomas H., Wil-lard G. (eds.). *Entrepreneurship: Perspectives on Theory Building*. Pergamon: Oxford; 67-86.
4. Baumol' U. Predprinimatel'stvo: proizvoditel'noe, neproizvoditel'noe i destruktivnoe [Business: productive, unproductive and destructive]. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta*, 2013, Tom 11, no 2. pp. 61-84.
5. Johns G. 2006. The essential impact of context on organizational behaviour. *Academy of Management Review* 31 (2): 386-408.
6. Whetten D.A. 1989. What constitutes a theoretical contribution? *Academy of Management Review* 14 (4): 490-495.
7. Ploskonovsova V.P. *Strukturirovanie pravjashhej jeliti i formirovanie traektorija social'nyh izmenenij* [Structuring ruling elite and formation trajectory of social changes]. Omsk, 2008. 193 p.
8. Biryukov V.V., Ploskonosova V.P.

Sociokul'turnye izmenenija v sovremennom mire: mehanizmy osushhestvlenija [Sociocultural changes in the modern world: implementation mechanisms]. *Innovacionnaja jekonomika i obshhestvo*, 2015, no 4 (10). pp. 87-93.

9. Biryukov 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. 265 p.

10. 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.

11. Romanenko E.V., Biryukov V.V. *Maloe i srednee predprinimatel'stvo v uslovijah modernizacii rossijskoj jekonomiki* [mall and average business in the conditions of modernization of the Russian economy]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 2. pp. 158-165.

12. Biryukov 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.

Бирюков Виталлий Васильевич (Россия, г. Омск) – доктор экономических наук, профессор, академик Российской академии социальных наук, проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, пр. Мира, 5, e-mail: e-mail: birukov_vv@sibadi.org).

Романенко Елена Васильевна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, заведующий кафедрой «Общая экономика и право», ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, пр. Мира, 5, e-mail: romanenko_ev@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: e-mail: birukov_vv@sibadi.org).

Romanenko Elena Vasilyevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, head of the department "The general economics and law" of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Mira Ave., 5, e-mail: romanenko_ev@sibadi.org).

УДК 336
УДК 657

АУДИТОРСКАЯ ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНОЙ СРЕДЫ КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА

И.А. Брюханенко¹, Л.В. Завьялова²

¹Финансовый университет при Правительстве РФ, Омский филиал, г. Омск, Россия

²Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, г. Омск, Россия

Аннотация. Статья посвящена важному в современной экономической ситуации вопросу, связанному с оценкой надежности контрольной среды как одного из наиболее значимых элементов системы внутреннего контроля экономического субъекта. Авторами предпринята попытка на основе исследования и обобщения положений различных нормативно-правовых актов, в том числе международного уровня, соответствующей научной литературы и личной точки зрения структурировать элементы контрольной среды и определить подходы к аудиторской оценке их надежности. Статья имеет междисциплинарный характер, написана на стыке финансового контроля и аудита.

Ключевые слова: аудит, система внутреннего контроля, контрольная среда, элементы контрольной среды.

Введение

В настоящее время наблюдается значительный интерес к вопросам оценки системы внутреннего контроля, осуществляемого в интересах собственников, а также самого экономического субъекта не только собственными силами, но и с позиции внешнего аудита.

Как правило, основная цель внешнего аудита заключается в выражении мнения о том, насколько достоверно в бухгалтерской (финансовой) отчетности раскрыты финансовое положение, финансовые результаты деятельности, движение денежных потоков экономического субъекта [1]. Отсутствие ошибок в финансовой

отчетности определяется в конечном итоге качеством системы внутреннего контроля. Следовательно, при проведении внешнего аудита одним из основных этапов проверки является понимание и оценка системы внутреннего контроля аудируемого лица.

Элементы системы внутреннего контроля

Внутренний контроль, как и любая другая система, представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов. Перечень элементов системы внутреннего контроля определяется законодательно-нормативными документами бухгалтерского учета и внешнего аудита (см. табл. 1).

Таблица 1 – Элементы системы внутреннего контроля в стандартах бухгалтерского учета и внешнего аудита

Информация Минфина России от 25.12.2013 г. № ПЗ-11/2013 «Организация и осуществление экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности» [2]	ПСАД № 8 «Понимание деятельности аудируемого лица, среды, в которой она осуществляется, и оценка рисков существенного искажения аудируемой финансовой (бухгалтерской) отчетности» [1]	МСА 315 «Выявление и оценивание риска существенного искажения финансовой отчетности в ходе получения понимания деятельности и среды, в которой действует организация» [3]
Контрольная среда	Контрольная среда	Контрольная среда
Оценка рисков	Процесс оценки рисков аудируемым лицом	Процесс оценки рисков внутри организации
Информация и коммуникация	Информационная система, в том числе связанная с подготовкой финансовой (бухгалтерской) отчетности	Информационные системы, включая связанные бизнес-процессы, актуальные для финансовой (бухгалтерской) отчетности, и коммуникации
Процедуры внутреннего контроля	Контрольные действия	Контрольные действия
Оценка внутреннего контроля	Мониторинг средств контроля	Мониторинг средств контроля

Как свидетельствуют данные таблицы 1, перечень элементов внутреннего контроля в целом в международных и российских официальных документах совпадает.

Исследование элементов контрольной среды

Одним из базовых элементов системы внутреннего контроля является *контрольная среда*.

Контрольная среда является довольно устоявшейся компонентой, которая имеет объективную основу для выделения ее как таковой. Контрольная среда – это абстрактное понятие, характеризующее общее отношение, осведомленность и практические действия руководства проверяемой организации, направленные на установление, поддержание и развитие СВК в организации. Контрольная среда является основой эффективного функционирования СВК экономического субъекта в целом.

Согласно п. 6 рекомендаций Минфина России по организации и осуществлению экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности от 25.12.2013 г. № ПЗ-11/2013

«Контрольная среда представляет собой совокупность принципов и стандартов деятельности экономического субъекта, которые определяют общее понимание внутреннего контроля и требования к внутреннему контролю на уровне экономического субъекта в целом. Контрольная среда отражает культуру управления экономическим субъектом и создает надлежащее отношение персонала к организации и осуществлению внутреннего контроля» [2].

Рекомендации Минфина России построены на основе «интегрированной концепции внутреннего контроля» (кратко называемой *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commition – COSO*). Одним из элементов модели COSO является контрольная среда. Контрольная среда, в свою очередь, включает ряд элементов. Однако в законодательных актах и специальной литературе до сих пор не сформировано единого мнения относительно перечня элементов контрольной среды [4]. В таблице 2 наглядно представлен обзор различных точек зрения относительно исследуемого вопроса.

Таблица 2 – Элементы контрольной среды экономического субъекта

Информация Минфина России от 25.12.2013 г. № ПЗ-11/2013 [2]	Н. Д. Бровкина [5]	Правило (стандарт) аудиторской деятельности № 8 [1]	А. Р. Лубков [6]	М.В. Ризванова [7]	Э.А. Сиротенко [8]
стратегия, цели и ценности экономического субъекта, его поведение на рынке и методы управления им	философия и стиль работы руководства	компетентность и стиль работы руководства	основные принципы и методы управления	компетентность и стиль работы руководства	стиль и основные принципы управления экономическим субъектом
правила поведения руководства и иного персонала при наступлении различных событий, процедуры рассмотрения жалоб	доведение до всеобщего сведения и поддержание принципов честности и других этических ценностей	доведение до всеобщего сведения и поддержание принципа честности и других этических ценностей	внутренняя отчетность для целей финансового учета и управления	доведение принципа честности до всеобщего сведения, поддержание его и других этических ценностей	
организационная структура	организационная структура	организационная структура	организационная структура	организационная структура	организационная структура
функции подразделений, полномочия и ответственность их руководителей	наделение ответственностью и полномочиями	наделение ответственностью и полномочиями	распределение функциональных обязанностей, ответственности и полномочий	наделение ответственностью и полномочиями	распределение ответственности и полномочий

Продолжение Таблицы 2

правила принятия управленческих решений и осуществления сделок и операций, в том числе учетная политика	профессионализм сотрудников	профессионализм (компетентность сотрудников)	функциональные обязанности всех участников системы контроля	профессионализм (компетентность сотрудников)	порядок ведения управленческого учета и подготовки отчетности для внутренних целей
кадровая политика	кадровая политика и практика	кадровая политика и практика	кадровая политика	кадровая политика и практика	кадровая политика
	участие представителей собственника	участие собственника или его представителей		участие собственника или его представителей	
	ревизионная комиссия				порядок подготовки бухгалтерской отчетности для внешних пользователей
	подразделение внутреннего контроля				соответствие хозяйственной деятельности экономического субъекта требованиям действующего законодательства
	аудиторский комитет				

Опираясь на данные, представленные в таблице 2, авторы считают целесообразным в качестве основных элементов контрольной среды рассматривать: стиль и основные принципы управления организацией; организационную структуру; распределение ответственности и полномочий; кадровую политику и практику; порядок подготовки бухгалтерской отчетности; порядок подготовки внутренней отчетности для целей управления; согласование с требованиями, установленными применимым законодательством и внешними регулирующими органами.

Особенности аудиторской оценки контрольной среды

Оценка надежности контрольной среды является одним из факторов, который внешнему аудитору следует принимать в расчет при определении аудиторского риска. Отдельные аспекты оценки надежности контрольной среды могут оказывать влияние на неотъемлемый риск и риск средств контроля в отношении конкретных областей аудита, а также влиять на стратегию аудита и на особенности применения аудиторских процедур. Для оценки надежности контрольной среды необходимо получить понимание того, каково отношение и поступки руководства аудируемого лица к основным элементам контрольной среды.

Хотя федеральные и международные стандарты аудита содержат пояснения к

элементам системы внутреннего контроля, но касаются пояснения в значительной части того, каким образом соответствующий элемент связан с аудитом финансовой (бухгалтерской) отчетности в целом. По мнению авторов, вопрос аудиторской оценки контрольной среды как элемента системы внутреннего контроля должен исходить из того, что контрольная среда включает позицию, осведомленность и действия представителей собственника и руководства относительно системы внутреннего контроля, а также понимание значения такой системы для деятельности самого экономического субъекта. Контрольная среда оказывает влияние на сознательность сотрудников в отношении контроля.

Единые методики и общепризнанные обоснованные оценочные критерии и подходы к оценке элементов системы внутреннего контроля, в том числе, контрольной среды ни в стандартах аудиторской деятельности, ни в методических рекомендациях Минфина РФ не разработаны, а потому совершенно очевидно, что для достижения поставленных целей и внутренние и внешние аудиторы преимущественно должны использовать свое профессиональное суждение, принимая во внимание положения международных стандартов аудита [9].

Таблица 3 – Образец теста для оценки степени надежности контрольной среды по элементу «Стиль и основные принципы управления»

№ п/п	Наименование факторов	Оценка влияния факторов на надежность контрольной среды (обведите верный ответ)		
		Низкая	Средняя	Высокая
1.	Разделение обязанностей и полномочий	Единоличное руководство	Умеренное разделение ответственности и полномочий	Широкое разделение ответственности и полномочий
2.	Наличие стратегических целей развития предприятия	Стратегия отсутствует	Стратегические цели установлены частично	Стратегия утверждена в документальном виде
3.	Связь стратегических целей и повседневной деятельности	Не связаны	Связаны частично	Связаны на постоянной основе в рамках текущих планов
4.	Отношение руководства к предпринимательским рискам	Склонность к риску	Умеренная осторожность	Не склонность к риску
5.	Отношение руководства к внутреннему контролю	Руководство не считает необходимым внутренний контроль	Руководство понимает необходимость внутреннего контроля	Руководство уделяет большое внимание вопросам, связанным с внутренним контролем
6.	Степень приоритетности системы внутреннего контроля на предприятии	Низкая	Промежуточная	Высокая
7.	Процедуры с целью контроля за бухгалтерскими записями и минимизацией предвзятости, которая может повлиять на достоверность бухгалтерского учета	Отсутствуют	Частичная организация необходимых процедур	Хорошо организованная система процедур и тщательно разработанная стратегия контроля
8.	Понимание руководством клиента значения бухгалтерской отчетности	Недостаточное	Средняя степень понимания	Руководство уделяет большое внимание вопросам, связанным с бухгалтерской отчетностью
9.	Обращение к аудиторам за консультациями по вопросам бухгалтерского учета	Случаи обращения отсутствуют	Руководство иногда обращается за консультациями к аудиторам	Широкое использование практики проведения консультаций
10.	Восприятие и выполнение аудиторских рекомендаций	Руководство не принимает никаких действий в направлении выполнения рекомендаций	Частичное выполнение рекомендаций	Руководство понимает необходимость внесения корректировок и совершает необходимые действия в этом направлении

В качестве примеров рассмотрим некоторые подходы, которые могут быть положены в основу тестирования контрольной среды и будут приемлемы с позиции внешнего и внутреннего аудиторов.

Исходя из выделенных выше элементов контрольной среды, рекомендуется разрабатывать оценочные тесты в матричной форме по каждому конкретному элементу.

Например, тест для оценки влияния факторов на надежность контрольной среды по элементу «Стиль и основные принципы управления» может быть выполнен согласно образцу, представленному в таблице 3.

Тест для оценки влияния факторов на надежность контрольной среды по элементу «Кадровая политика и практика» может быть выполнен согласно образцу, представленному в таблице 4.

Таблица 4 – Образец теста для оценки степени надежности контрольной среды по элементу «Кадровая политика и практика»

№ п/п	Наименование факторов	Оценка влияния факторов на надежность контрольной среды (обведите верный ответ)		
		Низкая	Средняя	Высокая
1.	Установление кадровой политики	Не устанавливается	Устанавливается частично	Устанавливается достаточным образом

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Продолжение Таблицы 4

2.	Наличие тестов/процедур по подбору кадров	Отсутствуют	Имеются частично	Установлены детальным образом
3.	Взаимосвязи ответственности работников	Не взаимосвязаны	Связаны частично или нерегулярно	Связи установлены на постоянной основе в целом по предприятию
4.	Образование, опыт, квалификация и компетенция персонала			
	а) всего персонала	Низкие	Средние	Хорошие
	б) персонала, занятого в учете	Низкие	Средние	Хорошие
5.	Честность персонала клиента			
	а) всего персонала	Плохая	Средняя	Хорошая
	б) персонала, занятого в учете	Плохая	Средняя	Хорошая
6.	Понимание персоналом своих обязанностей и выполняемой работы			
	а) всего персонала	Плохое	Среднее	Хорошее
	б) персонала, занятого в учете	Плохое	Среднее	Хорошее
7.	Наблюдение за персоналом	Плохое	Среднее	Хорошее
8.	Обучение персонала			
	а) всего персонала	Отсутствует	Имеет ограниченный характер	Имеет детальный характер
	б) персонала, занятого в учете	Отсутствует	Имеет ограниченный характер	Имеет детальный характер
9.	Текучесть кадров, занятых в учете	Высокая	Умеренная	Низкая
10.	Загруженность персонала, занятого в учете	Чрезмерная	Средняя	Разумная

Тест для оценки влияния факторов на надежность контрольной среды по элементу «Подготовка бухгалтерской отчетности» может быть выполнен согласно образцу, представленному в таблице 5.

Таблица 5 – Образец теста для оценки степени надежности контрольной среды по элементу «Подготовка бухгалтерской отчетности»

№ п/п	Наименование факторов	Оценка влияния факторов на надежность контрольной среды (обведите верный ответ)		
		Низкая	Средняя	Высокая
1.	Соблюдение графика подготовки отчетности	Отчетность сдается с опозданием	График подготовки отчетности не соблюдается. Отчетность сдается в последний день	График подготовки отчетности соблюдается. Отчетность сдается не менее, чем за 2 дня до установленного срока
2.	Подготовка рабочего плана счетов и инструкций по ведению учета	Рабочий план счетов отсутствует	Рабочий план счетов составлен формально и не соответствует особенностям предприятия	Рабочий план счетов соответствует установленным требованиям и особенностям предприятия
3.	Реакция на изменения в порядке ведения бухгалтерского учета и подготовки отчетности	Плохая	Средняя	Отслеживаются изменения и оперативно принимаются необходимые меры
4.	Сверка внешней бухгалтерской отчетности с данными управленческого учета	Не производится	Производится эпизодически	Сверка производится регулярно. Отклонения оперативно выявляются и объясняются
5.	Установление мероприятий по защите от несанкционированного доступа или уничтожения документов, данных учета, активов	Не установлены	Установлены нерегулярно частично или	Установлены на постоянной основе

Продолжение Таблицы 5

6.	Установление мероприятий по развитию и совершенствованию системы бухгалтерского учета и системы внутреннего контроля	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
7.	Установление мероприятий по контролю за доступом к программам обработки данных и файлам	Не установлены	Установлен нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
8.	Контроль за выполнением мероприятий, п.п.5.5.,5.6. и 5.7.	Плохой	Средний	Хороший

Тест для оценки влияния факторов на надежность контрольной среды по элементу «Согласование с требованиями, установленными законодательством и внешними регулирующими органами» представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Образец теста для оценки степени надежности контрольной среды по элементу «Согласование с требованиями, установленными применимым законодательством и внешними регулирующими органами»

№ п/п	Наименование факторов	Оценка влияния факторов на надежность контрольной среды (обведите верный ответ)		
		Низкая	Средняя	Высокая
1.	Там, где это возможно, укажите наличие мероприятий, гарантирующих согласованность с:			
	а) требованиями нормативно-правовых актов, регулирующих бухгалтерский учет и отчетность	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
	б) требованиями налогового законодательства	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
	в) требованиями таможенного законодательства	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
	г) требованиями валютного законодательства	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
	д) требованиями банков и других кредитных организаций	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
	е) правилами фондовых бирж	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
	ж) требованиями органов исполнительной власти по контролю за некоторыми видами деятельности	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
	з) другими требованиями законодательства и контролирующих органов	Не установлены	Установлены нерегулярно или частично	Установлены на постоянной основе
2.	Проверка мероприятий, описанных в п. 7.1.	Плохая	Средняя	Хорошая

Заключение

Предлагаемые подходы и представленные рекомендации, касающиеся вопросов оценки элементов контрольной среды, могут быть использованы в практике внешнего и внутреннего аудита. При этом внутренний контроль и внешний аудит, имея различия, во многом дополняют друг друга и направлены на повышение результативности и успешности финансово-хозяйственной деятельности экономического субъекта в целом.

Библиографический список

1. Об утверждении федеральных правил (стандартов) аудиторской деятельности. Постановление Правительства РФ от 23.09.2002 № 696 (ред. 22.12.2011) [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>.
2. Организация и осуществление экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности.

Информация Минфина России от 25.12.2013 г. № ПЗ-11/2013 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156407.

3. Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements (Volume I), 2014 Edition. ISBN: 978-1-60815-185-1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.ifrs.org/ua/wp-content/uploads/2014>.

4. Завьялова Л.В. Внутренний контроль организации и его внешний аудит / Л.В. Завьялова, И.А. Брюханенко // Вестник СибАДИ. – 2016. – № 1(47). – С. 100-109.

5. Бровкина, Н. Д. Контроль и ревизия: Учеб. пособие/ Н.Д. Бровкина – М.: ИНФРА-М, 2009. – 346 с.

6. Лубков, А. Р. Контроль и ревизия: конспект лекций [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Александр Лубков, 2007.–242с. – Режим доступа: URL: http://www.gaudeamus.omskcity.com/docs_penza_lubkov.html, <http://economy-ru.com/kontrol-reviziya/elementyi-vnutrennego-kontrolya-23953.html>

7. Ризванова, М.В. Система внутреннего контроля в организации // «Аудитор», №7, 2014 г – Режим доступа: URL: http://www.cfin.ru/finanalysis/risk/internal_control_system.shtml

8. Сиротенко, Э.А. Внутрифирменные стандарты аудита: учеб. пособие/ Э. А. Сиротенко. – М.: КНОРУС, 2005. – 224 с.

9. Официальный сайт International Federation of Accountants (IFAC) [Электронный ресурс]: – Режим доступа: URL: <http://www.ifac.org>.

AUDIT EVALUATION OF THE CONTROL ENVIRONMENT AS ELEMENT OF THE INTERNAL CONTROL'S SYSTEM OF THE ECONOMIC SUBJECT

I.A. Bryukhanenko, L.V. Zavyalova

Abstract. The article is devoted to important in the current economic situation, the issue of the assessment of the reliability of the control environment as one of the most significant elements of the internal control system of the business entity. In article attempt on the basis of research and collation of various legal acts, including international level, relevant scientific literature and a personal point of view to structure the elements of the control environment and to identify approaches to audit their reliability. The article has interdisciplinary character, written at the intersection of financial control and audit.

Keywords: audit, internal control, control environment, monitoring of controls, the elements of the control environment.

References

1. *Ob utverzhdenii federal'nyh pravil (standartov) auditor'skoj dejatel'nosti. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 23.09.2002 № 696* [On approval of the federal rules (standards) of audit activity.

Government Decree of 23.09.2002 № 696]. Available at: URL: <http://www.consultant.ru/>.

2. [Organization and implementation of the economic entity's internal control committed to the facts of economic life, accounting and preparation of accounting (financial) statements. Information of the Ministry of Finance of Russia from 25.12.2013 № PZ-11/2013]. Available at: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156407.

3. Handbook of International Standards on Auditing and Control, 2009. Available at: URL: http://www.ptc-partner.ru/linkpics/News/resources_IFAC_2009-handbook.pdf.

4. Zavyalova L.V., Bryuhanenko I.A. Vnutrennii kontrol' organizacii i ego vneshnii audit [Internal control of the organization and its external audit]. *Vestnik SibADi*, 2016, no 1 (47). pp. 100-109.

5. Brovkina N.D. *Kontrol' i revizija* [Control and revision]. Moscow, INFRA-M, 2009. 346 p.

6. Lubkov A.R. *Kontrol' i revizija* [Control and revision]. Available at: http://www.gaudeamus.omskcity.com/docs_penza_lubkov.html, <http://economy-ru.com/kontrol-reviziya/elementyi-vnutrennego-kontrolya-23953.html>

7. Rizvanova M.V. *Sistema vnutrennego kontrolja v organizacii* [The system of internal control in the organization]. Auditor, 2014, no 7. Available at: URL: http://www.cfin.ru/finanalysis/risk/internal_control_system.shtml.

8. Sirotenko Je.A. *Vnutrifirmennye standarty audita* [Intrafirm standards of audit]. Moscow, KNORUS, 2005. 224 p.

9. Oficialnii sait International Federation of Accountants [International Federation of Accountants (IFAC)]. Available at: URL: <http://www.ifac.org>.

Завьялова Лилия Владимировна (Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и финансовая политика» ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского» (644077, г. Омск, пр. Мира, 55А, e-mail: zavlii@yandex.ru).

Брюханенко Ирина Анатольевна (Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учет, анализ и статистика» ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» Омский филиал Финуниверситета (г. Омск, ул. Партизанская, д.6, e-mail: bia_ir@mail.ru).

Liliya V. Zavyalova (Omsk, Russian Federation) – candidate economic sciences, Omsk State University named after F.M. Dostoevskiy (644077, Mira, 55A prospect, Omsk, e-mail: zavlii@yandex.ru).

Irina A. Bryukhanenko (Omsk, Russian Federation) – candidate economic sciences, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation Omsk branch (Partizanskaya, 6 street, Omsk, e-mail: bia_ir@mail.ru).

УДК 338.22.021

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА

И.А. Григорьянц

ФГАОУ ВО Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (Национальный исследовательский университет) Россия, г. Самара.

Аннотация. В статье приводятся основные проблемные моменты в системе розничной торговли городского округа на примере городского округа Самара. Используя нормативные данные и законодательные акты, автором предлагается методика расчета минимальной обеспеченности городского округа площадями торговых объектов. На основании данной методики предлагается алгоритм минимальной обеспеченности населения городского округа Самара площадями торговых объектов на пятилетний период. Для построения данной методики и алгоритма использовались такие показатели как численность постоянного населения городского округа, оборот розничной торговли на душу населения, прочие социально-экономические индикаторы уровня жизни населения.

Ключевые слова: методика, алгоритм, оборот розничной торговли, торговые площади, городской округ.

Введение

Исследуя проблематику формирования системы розничной торговли, важно сфокусировать объектную область на городских округах как наиболее репрезентативных с точки зрения проблемного поля. Весьма показательна ситуация в городском округе Самары. В настоящее время в нем представлено достаточно много торговых сетей, которые имеют большое количество торговых точек на территории исследуемого городского округа. В анализируемом периоде четыре торговые сети имеют федеральное значение со штаб-квартирами за пределами Самарской области. Официально они значатся как Федеральные торговые сети [1].

Местные Самарские торговые сети представлены в количестве тринадцати. Так же на территории г.о. Самара присутствуют международные торговые сети, численность которых сравнительно мала – две торговые сети. Помимо этого, достаточно широко представлена он-лайн торговля, которая насчитывает порядка 600 интернет-представительств он-лайн ритейла [2]. При этом большинство торговых точек, представленных на территории городского округа Самара, относятся к Федеральным сетям – 271 торговая точка. Общее количество торговых точек, принадлежащих Самарским торговым сетям – 139. Подавляющее большинство торговых точек среди Федеральных торговых сетей принадлежит ЗАО «Тандер», имеющий

порядка 110 (26,6%) торговых точек супермаркетов Магнит [3]. При этом большее количество торговых точек среди Самарских торговых сетей принадлежит ООО «Элит», у которой в общей сложности 43 торговые точки супермаркетов Пчелка и Карамель (10,4%).

Как показывают исследования к основным проблемам развития торговли г.о. Самара на современном этапе развития рынка следует отнести: недостаточная эффективность государственного регулирования; недостаточный уровень развития инфраструктуры (недостаток торговых и складских объектов, высокая стоимость покупки и аренды объектов недвижимости и земли, высокая стоимость проведения работ по обеспечению инженерными коммуникациями, недостаток торговой и транспортной инфраструктуры на удаленных территориях, слабые хозяйственные связи между производителями и организациями торговли, недостаточный уровень развития кооперации и т.д.); низкая квалификация и недостаток кадров на всех уровнях; перенасыщенность торговыми площадями; недостаточная привлекательность для бизнеса развития торговли на окраинах города.

Методика расчета обеспеченности населения городского округа Самара торговыми площадями

Основание расчета – методика расчета нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов

(Постановление Правительства РФ от 24.09.2010г № 754 «Об утверждении правил установления нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов» [4]).

При первом перерасчете нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов за базовый год принимается 2009 г., при последующих перерасчетах – год, в котором проведен перерасчет нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов.

Алгоритм расчета обеспеченности населения торговыми площадями городского округа Самара и районов г. Самары на 2015 – 2020 гг.

В работе рассматриваются три алгоритма расчета обеспеченности населения торговыми площадями: алгоритм расчета обеспеченности населения общей площадью

торговых объектов; алгоритм расчета обеспеченности населения площадью объектов, осуществляющих торговлю продовольственными товарами; алгоритм расчета обеспеченности населения площадью объектов, осуществляющих торговлю продовольственными товарами.

Далее использованы данные для расчетов, взятые из ежегодника - Самара в цифрах. 2013. Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Самарской области.

1. Алгоритм расчета обеспеченности населения площадью торговых объектов городского округа Самара

Основные характеристики г.о. Самары
Территория г.о. Самары 541466 кв. км.

Плотность населения на 2015г. 2164,16 чел./кв.км.

Таблица 1 - Численность постоянного населения (на начало года, тыс. человек)

Районы	годы					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
г.о. Самара	1134,8	1133,8	1166,6	1169,3	1171,7	1171,8
Железнодорожный	100,7	100,0	103,2	102,5	100,9	100,9
Кировский	226,7	226,0	229,3	228,9	226,6	226,7
Красноглинский	82,8	82,4	85,6	85,0	85,6	85,6
Куйбышевский	79,3	79,6	86,4	86,9	87,5	87,6
Ленинский	62,7	62,4	65,6	65,3	65,1	65,1
Октябрьский	107,8	107,9	114,5	115,5	118,2	118,2
Промышленный	267,1	267,3	273,6	275,7	276,2	276,3
Самарский	30,1	30,1	30,6	30,6	30,7	30,7
Советский	177,5	178,0	177,7	179,4	180,7	180,7
Сельская местность	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

На основе данных, приведенных в таблице 1 была разработана линейная модель прогноза роста численности населения г.о. Самара

$$P(t) = P_0 + at, \quad (1)$$

Таблица 2 – Оборот розничной торговли

Наименование	Годы						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Оборот розничной торговли на душу населения, руб.	152339	162516	172951	168339	179941	190042	198384

На основании данных таблицы 2 разработана линейная математическая модель оборота розничной торговли на душу населения по годам

$$Q(t) = Q_0 + \beta t, \quad (2)$$

где $P(t)$ – рост численности населения по годам (тыс. чел.); $P_0 = 1154$ тыс. чел. - исходная численность населения (за нулевую точку отсчета взят 2009 год); $a = 2,55$ тыс. чел./год – скорость роста населения.

где $Q(t)$ - линейная математическая модель оборота розничной торговли на душу населения по годам (тыс. руб./чел.); $Q_0 = 161$ тыс. руб./ чел. - исходный оборот розничной торговли (за нулевую точку отсчета взят 2009 год); $\beta = 7$ тыс. руб./чел. год - скорость изменения оборота розничной торговли.

Таблица 3 – Социально-экономические индикаторы уровня жизни населения

Наименование	Годы						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Прожиточный минимум, руб.	4984	5408	6191	6420	6906	8166	8666
Среднемесячная зарплата, руб.	17615	18471	20690	23078	26148	26512	26835
Реальная зарплата, в % к предыдущему году	109	95	106	103	109	110	111

На основании данных таблицы 3 разработана линейная математическая модель прожиточного минимума

$$\Pi(t) = \Pi_0 + \mu t, \quad (3)$$

где $\Pi(t)$ - линейная математическая модель оборота розничной торговли на душу населения по годам (тыс. руб./ чел.); $\Pi_0 = 5,4$ тыс. руб./ чел. - исходный оборот розничной торговли (за нулевую точку отсчета взят 2009 год); $\mu = 0,5$ тыс. руб. /чел. год - скорость изменения оборота розничной торговли.

Расчет минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов находится из выражения

$$S_{min} = S_0 k_1 = S_{пр} + S_{непр}, \quad (4)$$

где S_{min} - минимальной нормативной обеспеченности населения площадью торговых объектов; $S_0 = 521$ - базовый показатель минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов РФ m^2 на 1 тыс. человек; k_1 - коэффициент региональной коррекции; $S_{пр}$ - норматив минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов по продаже продовольственных товаров городского округа Самара (m^2 на 1 тыс. человек); $S_{непр}$ - норматив минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов по продаже непродовольственных товаров городского округа Самара (m^2 на 1 тыс. человек).

Расчет коэффициента региональной коррекции осуществляется по формуле

$$k_1 = \sqrt{\frac{g_r b_0 (100 - I_r)}{g_0 b_r (100 - I_0)}}, \quad (5)$$

где g_r - оборот розничной торговли на душу населения по городскому округу Самара в t году (руб/чел); g_0 - оборот розничной торговли на душу населения по РФ в t году (руб/чел) по данным органов статистики; b_r - стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг по городскому округу Самара (руб) по данным органов статистики за декабрь t года; b_0 - стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг по РФ (руб)

по данным органов статистики за декабрь t года; I_r - доля розничных рынков и ярмарок в обороте розничной торговли по городскому округу Самара в t году (%) по данным органов статистики; I_0 - доля розничных рынков и ярмарок в обороте розничной торговли по РФ в t году (%) по данным органов статистики.

Расчет оборота розничной торговли на душу населения по городскому округу Самара находится по формуле

$$g_r = \frac{Q}{P}, \quad (6)$$

где Q - оборот розничной торговли по городскому округу Самара в t году (руб.) (по данным органов статистики по городскому округу Самара); P - среднегодовая численность постоянного населения по городскому округу Самара в t году (человек) по данным органов статистики.

Перерасчет нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов по истечении срока их действия с учетом изменения реальных доходов населения

Для перерасчета нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов согласно Постановления Правительства РФ от 24.09. 2010г № 754 «Об утверждении правил установления нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов» [5] используется формула

$$S_p = S_0 k_1 k_2, \quad (7)$$

где k_2 - коэффициент региональной коррекции с учетом изменения реальных доходов населения

$$k_2 = \sqrt{\frac{d_0 \times d_1 \times \dots \times d_t}{100 \times 100 \times \dots \times 100}}, \quad (8)$$

где d_t - реально располагаемые денежные доходы населения по городскому округу Самара в расчетах t года (в % к предыдущему году) по данным органов статистики; За расчетный t год принимается год, предшествующий году, в котором проводится перерасчет нормативов минимальной

обеспеченности населения площадью торговых объектов. d_0 - реально располагаемые денежные доходы населения по городскому округу Самара в базовом году (в % к предыдущему году) по данным органов

статистики; d_i – реально располагаемые денежные доходы населения по городскому округу Самара в следующих за базовым годах (в % к соответствующему предыдущему году) по данным органов статистики.

Таблица 4 – Реально располагаемые денежные доходы населения по городскому округу Самара в следующих, за базовым, годах

Наименование	Годы						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Реальная зарплата, в % к предыдущему году	109	95	106	103	109	110	111

На основании данных таблицы 4 рассчитаем k_2 – коэффициент региональной коррекции с учетом изменения реальных доходов населения (в качестве базового года взят 2009г). При первом перерасчете нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов за базовый год принимается 2009 год, при последующих перерасчетах – год в котором проведен перерасчет нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов.

Как показали расчеты, поправочный коэффициент региональной коррекции с учетом изменения реальных доходов населения обладает поправочными значениями в сотых долях и на дальнейшие расчеты практически не влияет. Поэтому в пределах методической погрешности измерения его можно принять за $k_2 = 1$.

Для автоматизации процесса расчета обеспеченности населения площадью торговых объектов разработан алгоритм (рис.3.1), который реализован на базе программы MathCad.

$$k_2 = \sqrt{\frac{d_0 \times d_i \times \dots \times d_i}{100 \times 100 \times \dots \times 100}} = \sqrt{\frac{95 \times 106 \times 103 \times 109}{100 \times 100 \times 100 \times 100}} = 1,06$$

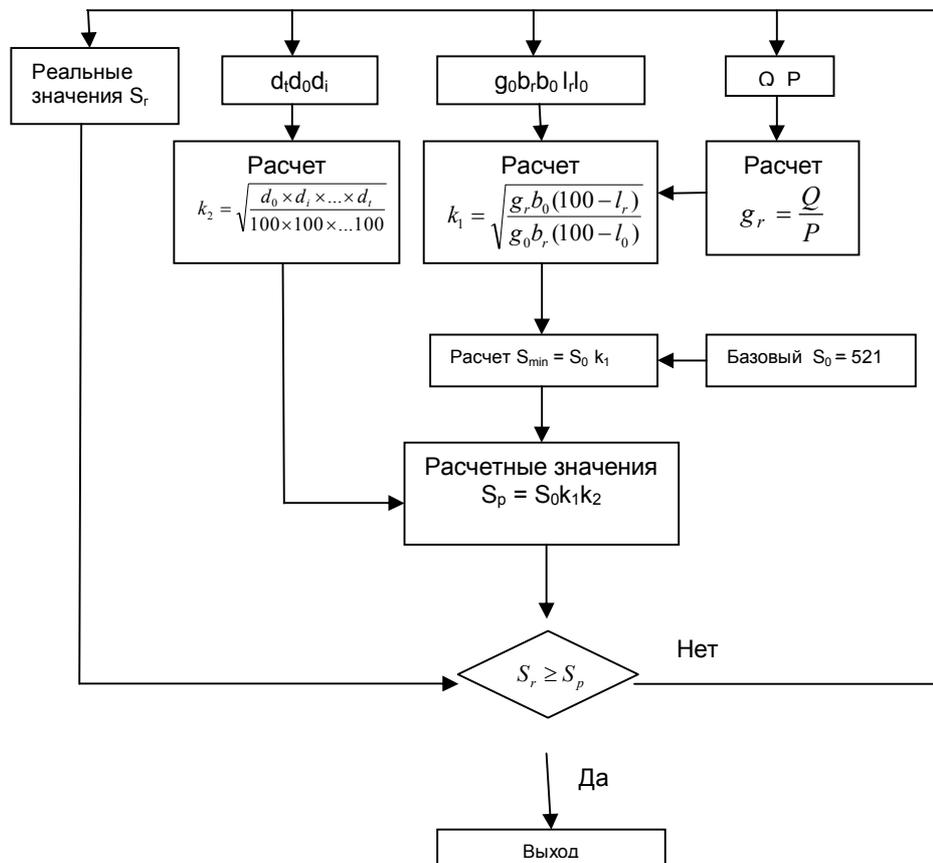


Рис. 1. Алгоритм расчета обеспеченности населения площадью торговых объектов городского округа Самара

Таким образом, получаем методику количественной оценки минимальной потребности г.о. Самара в площадях торговых объектов.

Заключение

В соответствии с действующим законодательством перед каждым муниципальным образованием стоит задача достижения минимальной обеспеченности населения торговыми площадями согласно нормативам, утверждаемым органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации [4,6]. На сегодняшний день в Самаре можно говорить о стадии насыщенности рынка торговыми площадями. Еще одной проблемой является большая доля некачественных торговых площадей, поскольку значительная часть торговых площадей приходит в непригодность, что может быть обусловлено старостью постройки зданий, т.к. данные торговые площади обустраивались в зданиях старой постройки. Существующая система расположения магазинов, нестационарных объектов потребительского рынка не является оптимальной. Для более полного удовлетворения потребностей жителей городского округа Самара необходимо разработать программу пространственного развития торговли [7].

В связи с этим необходимо разрабатывать политику сбалансированного расположения торговых точек на территории города. Скопление торговых точек в одних частях города и отсутствие их в других, создает неудобства для жителей и нарушает баланс конкуренции [8].

На основании предложенной методики и представленного алгоритма становится возможным разработать имитационную модель развития системы розничной торговли городского округа Самара на базе системы автоматизированного проектирования экономико-математических моделей (MathCad); разработать экономические, маркетинговые мероприятия обоснования программы мероприятий по вводу в эксплуатацию новых торговых площадей с учетом изменения численности населения городского округа Самара; сформировать пути развития разнообразного и сбалансированного количества форматов розничной торговли.

Библиографический список

1. Материалы сайта Департамента потребительского рынка и услуг г.о. Самара. Электронный вариант. – Режим доступа:

<http://www.city.samara.ru/administration/dept/8357>, 2012г.

2. Прогноз развития рынка электронной розничной торговли в России. Электронный ресурс. – Режим доступа <http://www.iksmedia.ru/news/5094039-razvitiya-gynka-elektronnoj.html>

3. Материалы для подготовки отчета по итогам социально-экономического развития г.о. Самара за 9 месяцев 2013г.

4. Латыпова, Н.М. Эконометрические модели устойчивости социально-экономических систем: статистические аспекты исследования: монография / Н.М. Латыпова, В.К. Чертыковцев. – Самара: СГАСУ, 2008. – 118с.

5. Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2010 г. № 754 «Об утверждении правил установления нормативов минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов».

6. Чертыковцев, В.К. Моделирование рисков в социально-экономических системах / В.К. Чертыковцев // Известия Академии управления: теория, стратегии, инновации. – 2012. – № 2. – С. 24-27.

7. Шкрабак, Л.Ю. Повышение точности результатов измерений линейных трендов / Л.Ю. Шкрабак, И.В. Зверева // European student scientific journal Электронный научный журнал. – 2013. – №2. – Режим доступа <http://sjes.esrae.ru/ru/3-r137>

8. Grigoryants I.A., Bobkova E.Yu. Trends in the development of online and offline retail in Samara // Modern approaches to the management of economic systems in the conditions of global transformations proceedings of the 1-st international scientific and practical conference. Publishing house science and innovation center; Samara state university; Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation; Plekhanov Russian university of economics (samara institute); Moscow state university of technologies and management K.G. Razumovsky (the first cossack university); Samara cossack institute of the food industry and business. St. Louis, Missouri, USA, 2015. P. 94-101.

TECHNIQUE OF FORMATION OF SYSTEM OF RETAIL TRADE OF THE CITY DISTRICT

I.A. Grigoryants

Abstract. The article presents the basic problem points in the system of retail trade city district on the example of Samara city. Using regulatory data and legislative acts the author offers the method of calculation of the minimum security of the urban district area of commercial properties. On the basis of this technique we propose an algorithm for the minimum security of the population of the city of Samara area trade sites for a five-year period. To build this methodology and algorithm were used such indicators as the resident population of the urban district, the turnover of retail trade per capita, other socio-economic indicators of living standards.

Keywords: methodology, algorithm, the retail trade turnover, shopping area, municipal district.

References

1. Latypova N.M., Chertykovcev V.K. *Jekonometricheskie modeli ustojchivosti social'no-jekonomicheskikh sistem: statisticheskie aspekty issledovanija* [Econometric models the sustainability of socio-economic systems: statistical aspects of the research]. Samara: SGASU, 2008. 118 p.

2. The materials of the website of the Department of consumer market and services of Samara. Available at: <http://www.city.samara.ru/administration/dept/8357>, 2012.

3. Materials for the preparation of the report on results of social and economic development of Samara for the first 9 months of 2013.

4. The Russian Federation Government decree dated September 24, 2010 № 754 «On approval of rules establishing minimum standards of provision of population with shopping area objects».

5. Forecast of development of market of retail trade in Russia. Available at: <http://www.iksmedia.ru/news/5094039-Prognoz-razvitiya-rynka-elektronnoj.html>

6. Chertykovcev V.K. Modelirovanie riskov v social'no-jekonomicheskikh sistemah [Increase of accuracy of measurements of linear trends] *Izvestija Akademii upravlenija: teorija, strategii, innovacii*, 2012, no 2. pp. 24-27.

7. Shkrabak L.Ju., Zvereva I.V. Povyshenie tochnosti rezul'tatov izmerenij linejnyh trendov [Trends in the development of online and offline retail in samara]. *European student scientific journal*, 2013, no 2. Available at: <http://sjes.esrae.ru/ru/3-r137>

10. Grigoryants I.A., Bobkova E.Yu. Trends in the development of online and offline retail in Samara // Modern approaches to the management of economic systems in the conditions of global transformations proceedings of the 1-st international scientific and practical conference. Publishing house science and innovation center; Samara state university; Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation; Plekhanov Russian university of economics (Samara institute); Moscow state university of technologies and management K.G. Razumovsky (the first cossack university); Samara cossack institute of the food industry and business. St. Louis, Missouri, USA, 2015. P. 94-101.

Григорьянц Игорь Александрович (Россия, г. Самара) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Общего и стратегического менеджмента» факультета государственного управления ФГАОУ ВО Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (Национальный исследовательский университет) (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, e-mail: krater-i@list.ru).

Grigoryants Igor Aleksandrovich (Russian Federation, Samara) – candidate economic sciences, associate Professor of General and strategic management department, faculty of public administration, Samara state aerospace university named after academician S.P. Korolev (National research university) (443086, Samara, Moskovskoeshosse, 34e-mail: krater-i@list.ru).

УДК 656.078

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫМ АВТОТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ САМООРГАНИЗАЦИИ

А.А. Демиденко

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье анализируется проблема оценки результативности системы управления грузовым автотранспортным комплексом, учитывающей объединения самоорганизации автотранспортных перевозчиков. Автором рассматриваются причины сложности выработки объективных показателей оценки результативности, в связи с чем разработан и поэтапно изложен инструментарий оценки, который заключается в определении цели, формировании свойств системы, определении параметров оценки, установлении факторов для каждого из них, а также предложены показатели, соответствующие каждому из установленных факторов.

Ключевые слова: грузовой автотранспортный комплекс, система управления, объединения самоорганизации, хозяйствующие субъекты автомобильного транспорта, результативность.

Введение

Стремление к улучшению эффективности функционирования системы управления грузовым автотранспортным комплексом (ГАТК), как и любой другой отраслью хозяйствования, является актуальным предметом исследования среди ученых-экономистов уже не одно десятилетие. Изменения макроэкономической ситуацией в стране и параметров регионального развития, перемены в структуре и функциях органов государственной власти, внедрение новых управленческих процессов в деятельности государственных органов управления, реформы законодательной системы и изменения векторов развития в долгосрочных целевых программах неизменно ведут и к изменениям степени управляемости ГАТК.

Под системой управления ГАТК в экономической литературе понимается совокупность взаимодействующих элементов (субъекта управления и объекта управления), коммуникаций между ними и процессов (функций управления), обеспечивающих целостность и целенаправленное функционирование комплекса, деятельность которых направлена на реализацию автотранспортных услуг [1].

Поскольку система управления ГАТК представляет собой сложную структуру, элементы которой взаимодействуют между собой и влияют друг на друга, это обуславливает характер ее реакции на воздействия внешней среды и дальнейшую траекторию ее поведения. В середине 2000-х гг. с отменой системы лицензирования грузовых автомобильных перевозок данная деятельность оказалась практически вне сферы государственного регулирования и контроля, что послужило толчком для субъектов автомобильного транспорта к активному формированию различного рода самоорганизующихся объединений (ассоциаций, союзов, некоммерческих партнерств и организаций, саморегулируемых организаций). Посредством данных объединений автотранспортные предприятия стремятся улучшить свои позиции в современных экономических условиях и решать существующие в ГАТК проблемы. В связи с этим являются актуальными вопросы, касающиеся поиска эффективной системы управления, учитывающей протекающие в комплексе процессы самоорганизации, а также методика оценки ее эффективности.

Применение категории «результативность»

Эффективность и результативность являются близкими по смыслу, но, в то же время, несколько отличающимися понятиями, поэтому, прежде чем начать рассмотрение методики оценки результативности системы управления, целесообразно внести некоторые пояснения в использование понятий «эффективность» и «результативность». Большинство авторов сводит понятие «эффективность» к соотношению полученных результатов и затраченных ресурсов. Такую же трактовку можно найти и в стандартах ИСО 9000:2000. Это практически соответствует определению, которое дает современный экономический словарь: «эффективность – относительный эффект (результативность) процесса, определяемый как отношение эффекта (результата) к затратам, обусловившим его получение» [2]. Однако, согласно тем же стандартам ISO 9000:2000 под результативностью понимается степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов. Таким образом, в качестве сравниваемых показателей эффективности выступает соотношение полученного результата с затраченными на его достижение ресурсами, в то время как результативности – соотношение результата с целями и потребностями. То есть результативность – это мера точности системы управления, степень реализации той деятельности, целей и результатов, которые были ей запланированы. В этой связи в качестве базового критерия при оценке системы управления ГАТК, учитывающей процессы самоорганизации, целесообразнее использовать именно понятие «результативность», поскольку любой процесс, в данном случае процесс управления ГАТК, должен обеспечивать достижение поставленных целей, что, безусловно, выходит за рамки финансовой составляющей оценки.

Стоит отметить, что на сегодняшний день не существует единого, унифицированного подхода к оценке как эффективности, так и результативности тех или иных систем управления, в т.ч. системы управления ГАТК, в которой функционируют объединения самоорганизации хозяйствующих субъектов автомобильного транспорта. Оценка результативности такой системы управления – задача сложная и труднореализуемая, характеризующаяся существенной неопределенностью ряда параметров. Сложность выработки и измерения достаточно объективных показателей оценки результативности системы управления

возникает в связи со следующими причинами [3,4,5]: на развитие исследуемой системы управления оказывает влияние не только качество ее функционирования, но и среда, иными словами, макроэкономическая система, составной частью которой является исследуемый объект; степень реакции на внешние воздействия исследуемой системы зависит от степени ее самостоятельности и самообеспеченности необходимыми для функционирования ресурсами; исследуемая система при условии правильного сочетания ее элементов и высокого качества деятельности способна в определенной степени как ослабить отрицательное так и, напротив, усилить положительное влияние среды, в которой функционирует; государство, являясь сложным объектом управления, имеет иерархическую структуру, которая содержит разветвленную сеть низовых министерств и ведомств, расположенных во всех территориальных образованиях РФ, что затрудняет получение достоверной исходной информации, влияющей на принятие управленческих решений, и оперативной статистической информации, отражающей текущее состояние на рынке автотранспортных услуг; общая эффективность системы управления не может быть рассмотрена как сумма частных эффективностей ее составляющих элементов из-за наличия погрешности в учете синергетического эффекта; трудностями измерения отдельных показателей, носящих комплексный, обобщенный характер.

Последовательность оценки результативности системы управления

С учетом вышеизложенного, для наиболее полного изучения данного вопроса, следует придерживаться определенной последовательности оценки результативности системы управления, который представляет собой ряд этапов: определение цели для вновь формируемой системы управления; обозначение свойств системы; формирование параметров оценки; выбор факторов для каждого параметра оценки; определение показателей, соответствующих тем или иным факторам.

Определение цели оценки является одним из наиболее важных этапов проектирования системы управления. От того, насколько правильно выбрана цель, насколько четко она сформулирована, зависит весь успех организационно-управленческой деятельности. Цель системы управления определяет ее назначение и

смысл функционирования и выражает точку зрения на то, для чего создается эта система. Она должны обладать такими свойствами как: четкая ориентация на определенный интервал времени; конкретность и измеримость; непротиворечивость и согласованность с другими целями; адресность и контролируемость [3].

Для любой системы управления цель определяется в основном внешними факторами по отношению к этой системе. Такое положение вытекает из принятой концепции, согласно которой любая система является подсистемой системы более высокого ранга и функционирует в тесной связи с внешней средой [4]. Так внешние факторы отвечают за то, насколько система управления ГАТК соответствует требованиям и ограничениям внешней среды, т.е. государственному и региональному социально-экономическому развитию страны. В то же время следует учитывать и внутренние факторы, а именно, каким образом развитие и функционирование системы управления сказывается на удовлетворении определенных потребностей участников ГАТК, а также насколько частные цели участников ГАТК не противоречат ее главной цели. Ориентируясь на вышесказанное, главной целью оценки системы управления ГАТК, функционирующей с учетом протекающих процессов самоорганизации, должен стать ее органичный переход на более качественный уровень, отражающий потребности хозяйствующих субъектов ГАТК, потребителей автотранспортных услуг и государства в формировании цивилизованного рынка грузовых автомобильных перевозок [1].

При оценке результативности системы управления ГАТК необходимо обозначить ее свойства, благодаря которым можно судить о степени ее организованности, а именно: детерминированность элементов системы, которая проявляется в организации взаимодействия подразделений уровней управления и при которой деятельность одного элемента системы сказывается на функционировании других ее элементов; наличие устойчивых связей между элементами системы, превосходящих по силе (мощности) связи элементов системы с элементами, не входящими в систему; наличие структуры, зависящей от формы связей или взаимодействий между элементами системы; наличие в системе управляющего параметра, посредством

которого можно управлять деятельностью всей системы и ее отдельными элементами; наличие в системе контролирующего параметра, посредством которого можно непрерывно отслеживать состояние субъекта управления, не оказывая при этом на него (или на любой элемент системы) управляющего воздействия; наличие в системе управляемых параметров, на которые будет оказывать воздействие управляющий и контролирующий параметры системы; наличие каналов обратной связи обеспечивающих четкий прием и передачу информации при подготовке управленческих решений; наличие входа и выхода системы, которые проявляются в совокупности воздействий внешней среды на систему и воздействий системы на среду, где через входы действуют стимулы внешней среды, а через выходы осуществляется реакция системы на стимулы.

Третьим этапом оценки результативности системы управления ГАТК является формирование ее параметров. К ним следует отнести: взаимосвязи внутри системы управления ГАТК; качество системы управления ГАТК; общая социальная значимость системы управления ГАТК.

Параметр «взаимосвязи внутри системы управления ГАТК» напрямую зависит от реализации полномочий, закрепленных за каждым уровнем управления системы, и характеризуются такими факторами как: внутренние связи между хозяйствующими субъектами внутри объединений самоорганизации; разделение полномочий между органами государственной власти и объединениями самоорганизации; взаимодействие государственных органов власти и объединений самоорганизации.

Фактор «внутренние связи» можно охарактеризовать такими критериями как: оптимальная количественная и качественная структура функций хозяйствующих субъектов внутри каждого конкретного объединения

самоорганизации; степень открытости, связности и плотности системы коммуникаций, а также конфликтности и согласованности действий между хозяйствующими субъектами внутри каждого конкретного объединения самоорганизации; удовлетворенность хозяйствующих субъектов степенью взаимодействия друг с другом в каждом конкретном объединении самоорганизации.

Для фактора «разделение полномочий» решающее значение приобретает грамотное разделение функций управления между органами государственной власти и объединениями самоорганизации, а также объем возложенных на каждый из уровней управления обязанностей, которые должны идти во взаимосвязке, характеризующейся единством, непротиворечивостью и согласованностью достигаемых целей между двумя уровнями управления.

К фактору «взаимодействие» следует отнести степень и качество взаимодействия объединений самоорганизации и государственных органов власти, выражающиеся в эффективности участия объединений самоорганизации в разработке показателей, норм и методов управления в рамках системы управления более высокого уровня (государства), в выработке и реализации совместных управленческих решений, в совместном достижении количественных и качественных экономических результатов в области совершенствования рынка грузовых автомобильных перевозок, а также в способности государственных органов власти транслировать управленческие решения на уровень объединений самоорганизации в ясной, не допускающей иных толкований форме.

Факторы, обуславливающие взаимосвязи внутри системы управления ГАТК и отражающие их показатели, представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Показатели, обуславливающие параметр «взаимосвязи внутри системы управления ГАТК»

Фактор	Показатель	Формула определения показателя
Внутренние связи	Коэффициент актуализации связей (Кас)	$K_{ac} = \frac{СП}{COO}$, где СП – количество функциональных связей между объединениями самоорганизации; COO – общее количество связей между объединениями самоорганизации
Разделение полномочий	Коэффициент функционального воплощения (Кфс)	$K_{fs} = \frac{Свш}{Свн}$, где Свш – количество управленческих решений, выполняемых объединениями самоорганизации; Свн – общее количество управленческих решений
Взаимодействие	Коэффициент совместимости связей (Ксс)	$K_{ss} = 1 - \frac{СК}{CO}$, где СК – количество связей, выполняющих функции согласования; CO – общее количество связей в системе управления

Для второго параметра «качество системы управления ГАТК» следует применять следующие факторы: целостность, адаптивность, надежность, оперативность, управляемость и экономичность [1,5,6,7].

Целостность системы управления есть внутренняя взаимосвязь элементов (частей) системы с единой целенаправленной деятельностью. Стоит также учитывать, что свойства системы (целого) не являются простой суммой свойств составляющих ее элементов, но, в то же время, зависят от свойств этих элементов. При этом объединенные в систему элементы, как правило, утрачивают часть своих свойств, присущих им вне системы, т.е. система как бы подавляет ряд свойств элементов, но, с другой стороны, элементы, попав в систему, могут приобрести новые свойства. Адаптивность системы управления характеризует качество управленческих решений при переходе от верхних уровней системы управления ГАТК к нижним уровням. Надежность системы управления характеризуется ее безотказным функционированием и нахождением в относительно стабильном состоянии, т.е. способностью обеспечивать выполнение поставленных задач в рамках заданных

условий (установленных сроков, имеющихся ресурсов и т.п.). Оперативность отражается в своевременности выявления возникающих в системе управления проблем, быстроте реагирования на них и выработке адекватных управленческих решений, позволяющих сводить к минимуму действие возмущающих факторов.

Управляемость системы управления характеризуется оперативностью и полнотой реакции системы и ее элементов на управленческие решения, а также качеством выполнения управленческих решений.

Под экономичностью системы управления следует понимать результат ее функционирования, обеспечивающий достижение поставленных целей при наименьших затратах, т.е. затраты на ее функционирование должны быть соизмеримы с результатом деятельности. Причем необходимо учитывать как затраты действительно влияющие на получение полезного результата, так и неизбежные (непредусмотренные), и неоправданные потери. Факторы, обуславливающие качество функционирования системы управления ГАТК и отражающие их показатели, представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Факторы, обуславливающие качество функционирования системы управления ГАТК

Фактор	Показатель	Формула определения показателя
Целостность	Целостность	$Q_s = \sum_{i=1}^n q_i - C_{вс} + C_n$, где Q_s - свойства целой системы управления, q_i - свойства составляющих систему управления элементов (частей), $i = 1, 2, \dots, n$ – количество элементов системы, $C_{вс}$ – часть свойств присущих элементам системы, когда они находятся вне ее, C_n – новые свойства элементов, приобретенных ими в рамках новой системы управления.
Адаптивность	Коэффициент реализации управленческих решений	$K_{пр} = R_{фц}/R_{ф}$, где $R_{фц}$ – количество принятых решений при выполнении основных функций управления на нижних уровнях управления; $R_{ф}$ – общее количество принятых решений при выполнении основных функций управления на всех уровнях управления.
Надежность	Коэффициент надежности механизма управления	$K_{нм} = 1 - (K_n/K_{обц})$, где K_n – количество нереализованных решений; $K_{обц}$ – общее количество решений, принятых в системе управления.
Оперативность	Уровень оперативности прохождения информации	$P_{о} = \frac{\sum_{i=1}^n (S_n + S_p + S_{об})}{\sum_{i=1}^n S_{обц}}$, где S_n – время, необходимое для прямой связи; S_p – время принятия решений; $S_{об}$ – время, необходимое для обратной связи; $S_{обц}$ – общие затраты времени

Управляемость	Коэффициент качества управленческих решений	$K_u = (P_v - P_n) / P_p * 100$, где P_p – количество принятых управленческих решений; P_v – количество выполненных управленческих решений; P_n – количество выполненных некачественных решений.
Экономичность	Удельный вес затрат на функционирование новой системы управления	$Эзу = \Sigma Z_{oc} / \Sigma Z_{obc}$, где Z_{oc} – затраты, связанные с функционированием системы управления ГАТК, в которой функционируют объединения самоорганизации; Z_{obc} – затраты на функционирование всей системы управления в стране.

Что касается параметра «общая социальная значимость системы управления ГАТК», то его можно оценить через уровень и качество предоставляемых потребителям (грузоотправителям и грузополучателям) автотранспортных услуг хозяйствующими субъектами объединений самоорганизации. При определении такой результативности следует использовать методику, представляющую собой социологические исследования, заключающиеся в выявлении удовлетворенности потребителей качеством автотранспортных услуг. Изучение мнения потребителей о качестве предоставляемых автотранспортных услуг целесообразно проводить на основе таких параметров как: информированность потребителей о существовании объединений самоорганизации; оценка эффективности деятельности объединений самоорганизации, исходя из опыта общения с ними; степень оперативности предоставления услуг членами объединений самоорганизации; безопасность следования грузов и подвижного состава; отношение сотрудников автотранспортных предприятий и индивидуальных предпринимателей, являющихся членами объединений самоорганизации, к клиентам; возможность использования электронных средств связи и передачи информации для коммуникации и обратной связи; соблюдение сроков доставки грузов по договору; сохранность грузов; гибкость тарифов в соответствии с

различными требованиями услуг; интермодальность грузовых перевозок, означающая возможность доставки груза по принципу «от двери до двери» или передачи грузов на другие виды транспорта в прямом сообщении; максимально необходимое и качественное информационное сопровождение продвижения грузов и подвижного состава; надлежащее документационное обеспечение и т.п.

Исходя из вышесказанного, представим инструментарий оценки результативности системы управления грузовым автотранспортным комплексом с учетом объединений самоорганизации автотранспортных перевозчиков (рис.1).

Заключение

Таким образом, оценка результативности должна представлять собой алгоритм, учитывающий специфику системы управления ГАТК, отражающую уровень и динамику ее развития с качественной и количественной стороны. Последовательная реализация этапов инструментария позволит оценить результативность системы управления ГАТК и получить представление о степени ее соответствия тем или иным параметрам. В целом же, проблема оценки эффективности и результативности системы управления ГАТК остается важной и актуальной как в плане методической разработки, так и в плане прикладного использования, и требует дальнейшего более глубокого исследования.

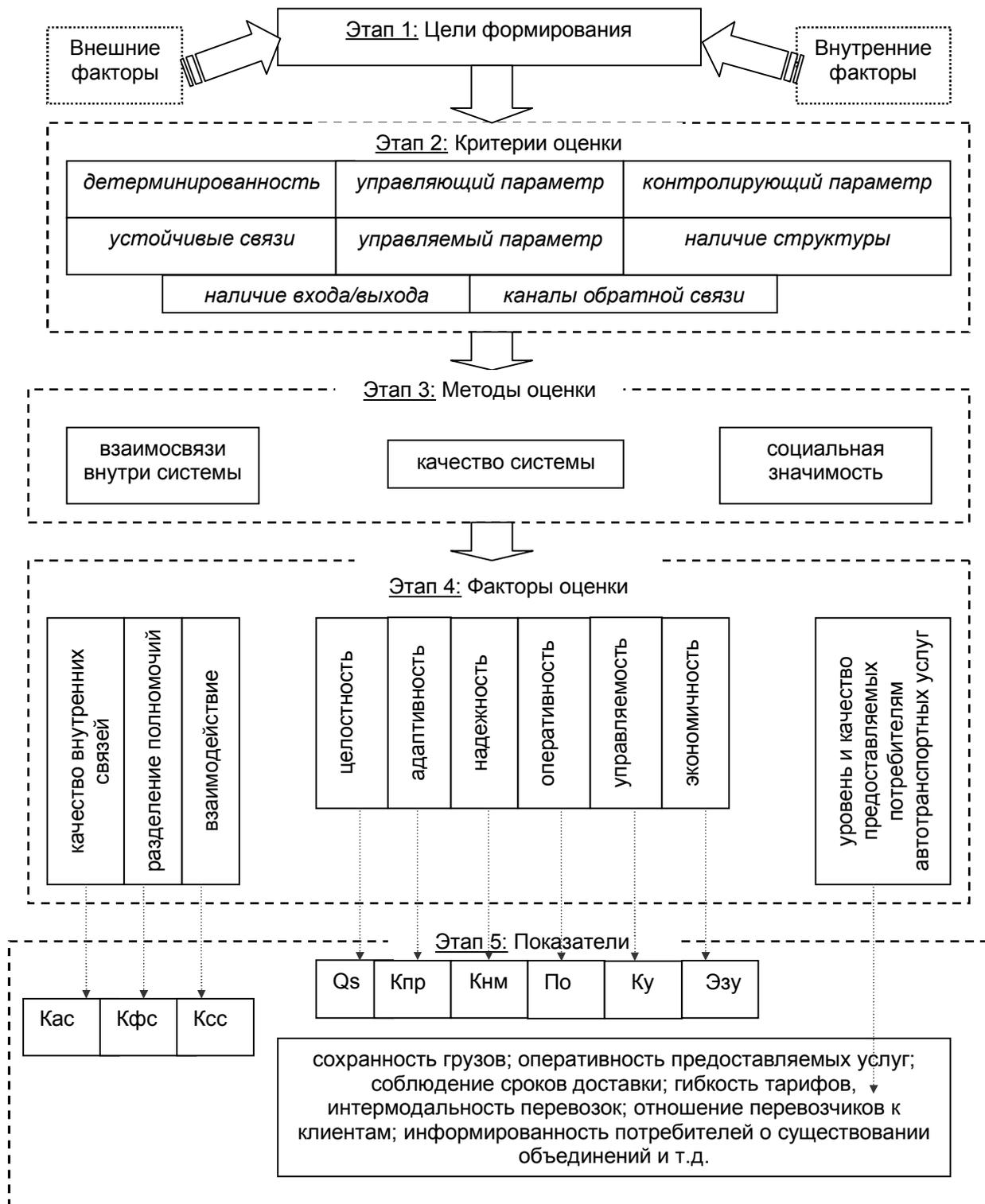


Рис. 1. Инструментарий оценки результативности системы управления грузовым автотранспортным комплексом с учетом объединений самоорганизации автотранспортных перевозчиков

Библиографический список

1. 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.

2. Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь. 5-е изд. / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 495 с.

3. Игнатъева, А.В. Исследование систем управления: учеб. пособие для вузов / А.В. Игнатъев, М.М. Максимцов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 167 с.

4. Мыльник, В.В. Исследование систем управления: учеб. пособие для вузов / В.В. Мыльник, Б.П. Титаренко, В.А. Волочиенко. – М.: Академический проект, 2006. – 352 с.

5. Мишин, В.М. Исследование систем управления: учеб. для вузов / В.М. Мишин. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 527 с.

6. Гущина, А.А. Эффективность управления организацией: учеб. пособие / А.А. Гущина. – Омск: СибАДИ, 2010. – 174 с.

7. Ланкин, В.Е. Децентрализация управления социально-экономическими системами (системный аспект): Монография / В.Е. Ланкин. – Таганрог: ТРТУ, 2005. – 228 с.

**ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS
MANAGEMENT SYSTEM OF CARGO
MOTORTRANSPORT COMPLEX WITH THE
DEVELOPMENT OF SELF-ORGANIZATION
PROCESSES**

A.A. Demidenko

Abstract. This article analyzes the problem of assessing the effectiveness of the control system of cargo motortransport complex, considering the self-organization association of motor carriers. The author discusses the reasons for the complexity of development of objective indicators to measure effectiveness, for this developed and step by step described assessment tools, which is to determine the purpose of the formation of the properties, the definition of valuation parameters, determining factors for each of them, as well as indicators of the proposal corresponding one or the other factors.

Keywords: freight trucking complex, state management, self-organization association, economic agents road transport, effectiveness.

УДК 338.262

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Г.И. Кольке, Н.А. Калайтан

Омский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье анализируются отражены особенности деятельности предприятий машиностроения. Отмечается, что огромную роль в повышении эффективности деятельности предприятий играет внутрифирменное планирование производственных ресурсов. Оценка эффективности деятельности предприятия усложняется в условиях дефицита производственных ресурсов и воздействия внутренней и внешней среды. Учитывая особенности деятельности предприятий машиностроения, представляющей собой последовательность бизнес-процессов, предложена модель оценки эффективности, как отдельного процесса, так и в целом предприятия.

Ключевые слова: планирование, машиностроение, процессный подход, производственные ресурсы, бизнес-процессы.

References

1. Demidenko A.A. *Modernizacija sistemy upravlenija gruzovym avtotransportnym kompleksom v uslovijah razvitija processov samoorganizacii dis. kand. ekon. nauk* [Modernizacija sistemy upravlenija gruzovym avtotransportnym kompleksom v uslovijah razvitija processov samoorganizacii dis. kand. ekon. nauk]. SibADI, Omsk, 2012. 175 p.

2. Rajzberg B.A., Lozovskij L.Sh. Starodubceva E.B. *Sovremennyj jekonomicheskij slovar'* [Sovremennyj jekonomicheskij slovar']. Moscow, INFRA-M, 2007. 495 p.

3. Ignat'eva A.V., Maksimcov M.M. *Issledovanie sistem upravlenija* [Issledovanie sistem upravlenija]. Moscow, Juniti-Dana, 2012. 167 p.

4. Myl'nik V.V., Titarenko B.P., Volochienko V.A. *Issledovanie sistem upravlenija: ucheb. posobie dlja vuzov* [Issledovanie sistem upravlenija]. Moscow, Akademicheskij proekt, 2006. 352 p.

5. Mishin V.M. *Issledovanie sistem upravlenija: ucheb. dlja vuzov* [Issledovanie sistem upravlenija]. Moscow, Juniti-Dana, 2012. 527 p.

6. Gushhina A.A. *Jeffektivnost' upravlenija organizaciej* [Jeffektivnost' upravlenija organizaciej]. Omsk: SibADI, 2010. 174 p.

7. Lankin V.E. *Decentralizacija upravlenija social'no-jekonomicheskimi sistemami (sistemnyj aspekt)* [Decentralizacija upravlenija social'no-jekonomicheskimi sistemami (sistemnyj aspekt)]. Taganrog: TRTU, 2005. –228 p.

Демиденко Анастасия Анатольевна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира,5, email: demidenko_a.a@mail.ru).

Anastasiya A. Demidenko (Omsk, Russian Federation) – candidate economic sciences, Ass. Professor, of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Mira, 5, Omsk, e-mail: demidenko_a.a@mail.ru).

Введение

Для развитой страны машиностроение является ведущим элементом не только обрабатывающей промышленности, но и экономики в целом. Её лидирующее положение обусловлено тем, что: в продукции машиностроения в наибольшей мере получают материальное воплощение новейшие достижения НТП; машиностроение является главной капиталобразующей отраслью экономики. Оно в решающей степени определяет уровень, темпы, масштабы технико-технологического перевооружения хозяйства, способствует дальнейшему повышению его эффективности; продукция машиностроения играет важнейшую роль в удовлетворении спроса населения на разнообразные технические средства, и роль его в этой сфере продолжает неуклонно возрастать; из всех отраслей материального производства машиностроение обладает наибольшим потенциалом для внутриотраслевого разделения труда, поскольку развитие новых технологий ведет к усложнению выпускаемого оборудования и позволяет расщеплять изготовление его отдельных частей и компонентов между разными предприятиями [1].

По итогам 2015 года объемы производства машиностроительной продукции в Омской области увеличились на 15% к уровню предыдущего года. По омским оборонным предприятиям динамика еще выше: выпуск продукции увеличился в 1,5 раза. По официальным данным, лидерами роста стали «НТК «Криогенная техника» (увеличение объемов производства в 2,5 раза), ПО «Полет» (рост – в 1,8 раза), АО «ЦКБА» и АО «СПС» – в 1,7 раза, АО «Омсктрансмаш» – в 1,6 раза. Семь омских оборонных предприятий участвуют в реализации целевых программ по модернизации производственных мощностей. За счет федерального бюджета и собственных средств предприятий в развитие омской «оборонки» в 2015 году вложено около 2 млрд. рублей [2].

Современные промышленные предприятия – сложные социально-экономические системы, функционирующие в условиях дефицита ресурсов и обостряющейся конкуренции. С целью повышения конкурентоспособности и обеспечения экономического развития вопросы эффективного использования ресурсов предприятия относятся к первоочередным для промышленных предприятий.

Одним из механизмов повышения эффективности промышленных предприятий является внедрение системы внутрифирменного планирования. В условиях рынка внутрифирменное планирование заключается в научном обосновании экономических целей развития предприятия и выборе наилучших способов их достижения [3].

Планирование на предприятии позволяет объяснять и прогнозировать взаимосвязанные технологические, производственные, социальные и финансовые проблемы и процессы, а также служит основой маркетинга, производственного менеджмента и всей экономической системы хозяйствования. В процессе планирования осуществляется комплексный, системный подход к решению поставленных задач. Каждая задача рассматривается не изолированно, а с учетом ее принадлежности к системе взаимосвязанных задач или целей предприятия. Важной составляющей потенциала предприятия являются и производственные ресурсы [4].

Процессный подход к управлению предприятием

Целью планирования ресурсов является синхронизация процессов на основе сквозных планов. Так, на уровне бизнес-планирования определяется стратегия выпуска основных видов продукции и оказания видов услуг с учетом маркетинговых, производственных и финансовых возможностей.

Характерным недостатком для организации бизнес-процессов в системах планирования ресурсов является резервирование ресурсов на случай отклонения в выполнении плана.

Процессный подход способствует повышению эффективности работы предприятия и системы внутрифирменного планирования, позволяет укрепить конкурентные преимущества. Каждый подход к управлению предприятием в целом и к внутрифирменному планированию ресурсов, в частности, имеет свои достоинства и недостатки, особенности применения. Для наиболее эффективной работы предприятия возможно сочетание нескольких подходов [5].

Таким образом, с учетом особенностей предприятий машиностроения наиболее эффективным является процессный подход.

Как уже отмечалось в основе процессного подхода к управлению предприятием лежит выделение бизнес-процессов и управление ими. Бизнес-процесс представляет собой совокупность взаимосвязанных мероприятий,

преобразующих ресурсы предприятия в продукцию под воздействием факторов внешней и внутренней среды.

Планирование на основе процессного подхода имеет преимущество в том, что планирование и последующее управление показателями бизнес-процессов обеспечивает единую систему краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных планов, направленных на

достижение стратегических целей предприятия. Каждое предприятие разрабатывает свой перечень процессов исходя из специфики производства и стратегических целей предприятия. Все процессы можно разделить на три группы: основные процессы (или бизнес-процессы), процессы менеджмента и обеспечивающие (или вспомогательные) процессы (рис. 1).



Рис. 1. Модель процессно-ориентированного машиностроительного предприятия

В основе данной классификации лежит принцип влияния процессов на добавленную ценность продукции и самой организации. Тогда основными бизнес-процессами предприятия являются те, которые напрямую добавляют стоимость продукции. К таким процессам относятся процессы, приводящие к выпуску продукции, начиная с анализа существующих потребностей потребителей.

В основные бизнес-процессы предприятий машиностроения включаются: планирование, анализ потребностей рынка (или специального заказа), разработка образца (опытного или промышленного), собственно производство изделия, реализация, закупки и вспомогательные процессы.

Необходимо отметить, что цепочка бизнес-процессов позволяет определить, что функциональные руководители (руководители центров ответственности,

например, начальники цехов) становятся поставщиками ресурсов, что показано на рисунке 1 вертикальными стрелками, соединяющими подразделения с командами основных бизнес-процессов. Основной задачей при разработке данной модели является оптимальное распределение имеющихся ресурсов для достижения поставленных предприятием целей.

Каждый процесс имеет свои входы и выходы, причем вход одного процесса служит входом для последующего. Целью процесса является удовлетворение требования следующего процесса. Рассмотрим подробнее процесс изготовления изделия машиностроительного предприятия. Целью процесса подготовки производства является преобразование всей информации по продукции от потребителя в технические требования (рис. 2).

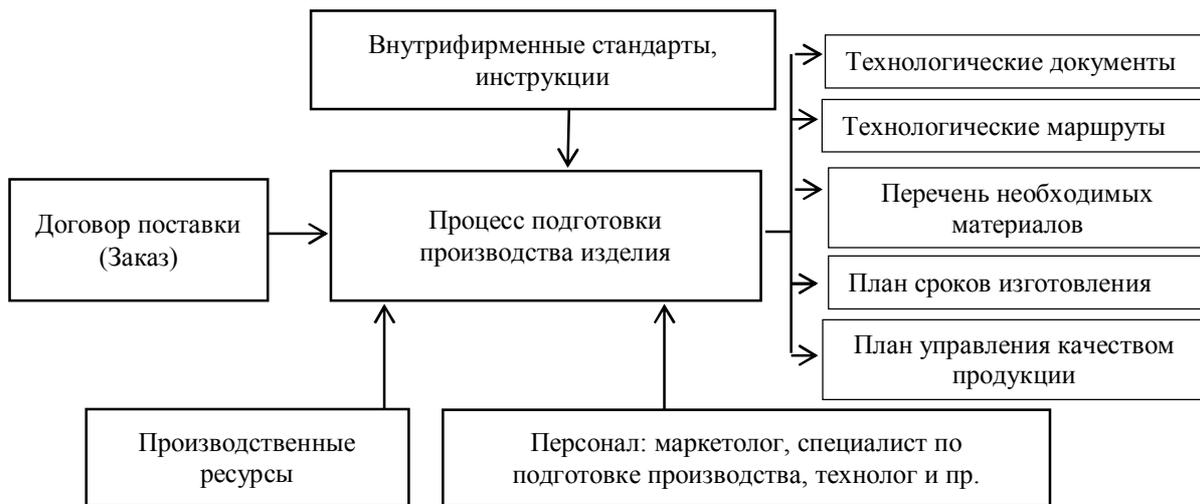


Рис. 2. Схема последовательности и взаимодействия процессов машиностроительного предприятия

В рыночных условиях оперативная информация должна быть систематизирована и нацелена на управленческие процессы.

Задача планирования сводится к построению согласованной по стоимости, ресурсам и времени последовательности бизнес-процессов предприятия, позволяющую получить максимальную эффективность деятельности с учетом воздействия внешней и внутренней среды и стратегических целей предприятия.

Модель оценки эффективности деятельности предприятия

Технологический процесс производства представляет собой последовательно происходящих бизнес-процессов. На совершенствование производственного процесса ориентировано бережливое производство (технологии lean management), включающее более рациональное использование трудовых и материальных ресурсов, машин и оборудования, производственных площадей, сокращение временных затрат на наладку оборудования, а также производственные процессы с одновременной ориентацией на потребности потребителя [6-8]. Естественно, что перед руководством каждого предприятия встает проблема оценки эффективности деятельности предприятия. Авторами предлагается экономико-математическая модель оценки эффективности деятельности

предприятия, позволяющая учитывать основные параметры бизнес-процессов.

Предлагаемая модель разработана с учетом того, что для обеспечения каждого бизнес-процесса необходимо определенное количество (нормируемое) ресурсов, времени. Стоимость каждого процесса также нормируется. Однако, на каждый бизнес-процесс оказывает влияние как внутренняя, так и внешняя среда (рис. 3).

Для разработки модели были приняты следующие обозначения: N – количество взаимосвязанных бизнес-процессов; P_i – i -бизнес-процесс; $T_i = t_{i1} - t_{i2}$ – нормативная длительность i -процесса; Δ – воздействие внешних и внутренних факторов, приводящих к отклонениям от нормативов. При опережении плана Δ принимает отрицательное значение, при отставании от плана – положительное значение; длительность i -бизнес-процесса с учетом отклонений от норматива равна $T_i = t_{i1} - t_{i2} + \Delta T_i$; Θ_i – межпроцессное время в рамках одного технологического цикла; последующие друг за другом процессы начинаются только после завершения предыдущего; $R = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$ – количество видов ресурсов (M), необходимых для производства продукции; потребление процессом ресурсов с учетом отклонений, связанных с внешними и внутренними факторами: $R_j = R_m + \Delta R_j$; S_n – нормативная стоимость процесса (P_i); δ_i – случайная компонента.

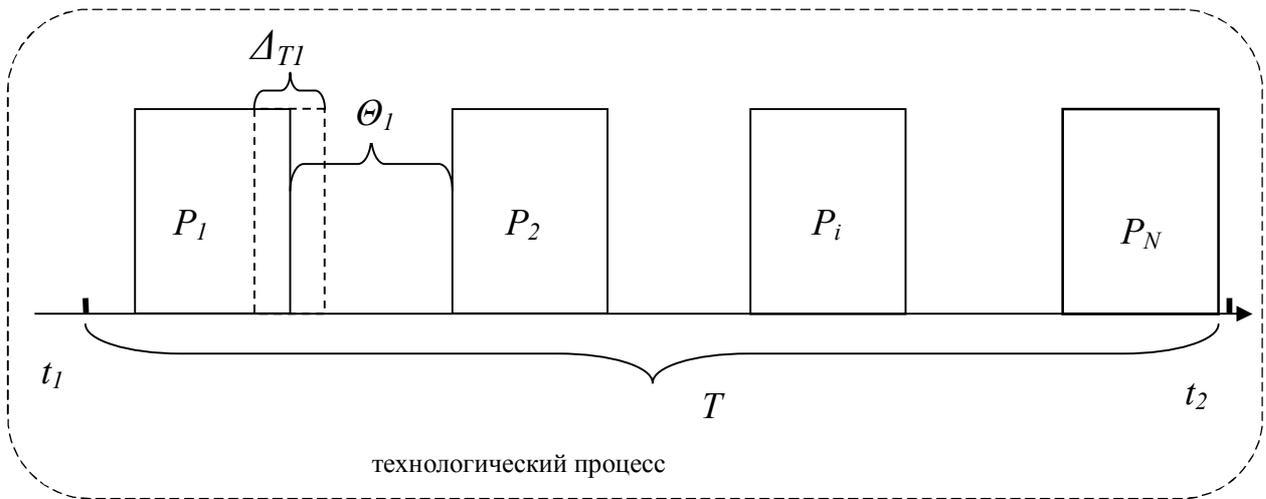


Рис. 3. Схема последовательности бизнес-процессов

Модель оценки эффективности деятельности предприятия, позволяющая учитывать изменения основных параметров бизнес-процесса – ресурсы, стоимость, время в общем виде можно представить следующим образом:

$$\Phi = 1/3 * (K_1 + K_2 + K_3) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где K_1 – коэффициент отклонений от нормативного значения времени технологического процесса ($K_1 = \frac{\Delta T}{\sum_{i=1}^N T_i}$); K_2 –

коэффициент отклонений количества ресурсов от нормативного значения ресурсов технологического процесса ($K_2 = \frac{\Delta R}{\sum_{j=1}^M R_j}$); K_3 –

коэффициент отклонений от нормативного значения стоимости бизнес-процессов технологического процесса ($K_3 = \frac{\Delta S}{\sum_{i=1}^N S_i}$).

Для построения модели необходимо ввести ряд ограничений:

1) длительность i -го процесса T_i не должна превышать длительность технологического цикла;

2) потребление ресурсов процессами за время T не должно быть больше имеющегося количества ресурсов на складе R_{max} ;

3) потребляемая стоимость процессами за время T не должна быть больше имеющегося количества денежных средств предприятия S_{max} ;

4) показатели времени, стоимости бизнес-процессов и количество ресурсов принимают положительные значения;

5) время между бизнес-процессами стремится к минимуму.

Необходимо отметить, что бизнес-процессы могут проходить последовательно или параллельно. При последовательном выполнении процессов один и тот же ресурс не может быть одновременно использован в разных процессах. Обобщая все вышесказанное можно математически выразить параметры бизнес-процессов:

$$\left\{ \begin{array}{l} T = \sum_{i=1}^N (T_i + \Delta T_i) + \sum_{i=1}^{N-1} \Theta_i + \Delta \Theta_i \\ R = \sum_{j=1}^M (R_j + \Delta R_j) \\ S = \sum_{i=1}^N (S_i + \Delta S_i) + \sum_{i=1}^N \delta_i \\ R_j, T_i, S_i, \Theta_i \geq 0 \\ \Theta_i \rightarrow \min \\ R \leq R_{max} \\ S \leq S_{max} \end{array} \right. \quad (5)$$

Система выражений (5), представляющая собой математическую модель, которая показывает, что в момент времени, когда не выполняются бизнес-процессы, потребление стоимости все равно происходит (вспомогательные процессы). Кроме этого, каждый элемент системы сам по себе не может отвечать за весь технологический процесс. Только одновременное сочетание параметров бизнес-процессов позволяет оценить производственную деятельность в целом.

Выводы

Основой промышленного производства любой страны являются, несомненно, предприятия машиностроения, которые обеспечивают любое производство машинами и оборудованием, а население – предметами потребления. Динамичное изменение внешней среды функционирования предприятий как организационно-экономических систем требует адекватного, а в отдельных случаях и опережающего изменения системы внутрифирменного планирования. Учет влияния факторов внешней и внутренней среды в процессе внутрифирменного планирования интеллектуально-производственных ресурсов позволяет повысить обоснованность и качество принимаемых управленческих решений на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях планирования на предприятии.

Предлагаемая модель позволяет оценить эффективность деятельности в момент окончания процесса и корректировать план последующих бизнес-процессов для достижения желаемых результатов.

Библиографический список

1. Калашникова, Ю.В. Особенности инновационного развития России в кризисных условиях / Ю.В. Калашникова // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 5 (45). – С. 158-165.
2. Портал машиностроения <http://mashportal.ru> (обращение 15.01.2016 г.)
3. Корсунцева, О.В. Производственный потенциал предприятий машиностроения: оценка, динамика, резервы повышения: монография / О.В. Корсунцева. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 211 с.
4. Ткачук, А.Р. Сущность внутрифирменного планирования производственных ресурсов / А.Р. Ткачук // Современные проблемы экономического и социального развития. – 2013. – № 9. – С. 57 – 59.
5. Ляндау, Ю.В. Теория процессного управления: Монография / Ю.В. Ляндау, Д.И. Стасевич. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 118 с.
6. Джеймс Вумек, Дэниел Джонс. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2014. – 472 с.
7. Вэйдер, М. Инструменты Бережливого производства: Мини-руководство по внедрению методик Бережливого производства. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 125 с.
8. Nick Oliver, Rick Delbridge, James Lowe. Lean Production Practices: International Comparisons in the Auto Components Industry // British Journal of Management. 1996. Vol. 7. no 1. pp. 29–44. doi: 10.1111/j.1467-8551.1996.tb00146.x

DEVELOPMENT OF MODEL OF EFFICIENCY OF ACTIVITY OF MACHINE-BUILDING ENTERPRISES

G.I. Kolke, N.A. Kalaytan

Abstract. In article analyze features of activity of the enterprises of mechanical engineering are reflected. It is noted that in increase of efficiency of activity of the enterprises plays intra firm planning of production resources huge role. The assessment of efficiency of activity of the enterprise becomes complicated in the conditions of deficiency of production resources and influence internal and environment. Considering features of the activity of the enterprises of mechanical engineering representing sequence of business processes the efficiency assessment model, as separate process, and in general the enterprise is offered.

Keywords: planning, mechanical engineering, process approach, production resources, business processes

References

1. Kalashnikova Ju.V. Osobennosti innovacionnogo razvitija Rossii v krizisnyh uslovijah [Features of innovative development of Russia in crisis conditions]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 5 (45). pp. 158-165.
2. *Portal mashinostroenija* <http://mashportal.ru> (accessed 15.01.2016)
3. Korsunceva O.V. Proizvodstvennyj potencial predpriyatij mashinostroenija: ocenka, dinamika, rezervy povyshenija: monografija [Production capacity of the enterprises of mechanical engineering: assessment, dynamics, increase reserves]. Moscow, NIC INFRA-M, 2014. 211 p.
4. Tkachuk A.R. Sushchnost' vnutrifirmennogo planirovanija proizvodstvennyh resursov [Sushchnost of intra firm planning of production resources]. *Sovremennye problemy jekonomicheskogo i social'nogo razvitija*, 2013, no 9. pp. 57 – 59.
5. Ljandau Ju.V., Stasevich D.I. *Teorija processnogo upravlenija* [Theory of process management]. Moscow, NIC INFRA-M, 2014. 118 p.
6. Dzhajms Vumek, Dzeniel Dzhons. *Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavit'sja ot poter' i dobit'sja procvetanija vashej kompanii* [Economical production: How to get rid of losses and to achieve prosperity of your company]. Moscow, Al'pina Pablisher, 2014. 472 p.
7. Vjejder M. *Instrumenty Berezhlivogo proizvodstva: Mini-rukovodstvo po vnedreniju metodik Berezhlivogo proizvodstva* [Instruments of Economical production: Mini-guide to introduction of techniques of Economical production]. Moscow, Al'pina Biznes Buks, 2005. 125 p.
8. Nick Oliver, Rick Delbridge, James Lowe. Lean Production Practices: International Comparisons in the Auto Components Industry // British Journal of Management. 1996. Vol. 7 no 1. pp. 29–44. doi: 10.1111/j.1467-8551.1996.tb00146.x

Кольке Галина Ивановна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры Финансов и экономики Омский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», г. Омск (644009, г. Омск, ул. 10 лет Октября, 195, корпус 18, e-mail: galina_kolke@bk.ru).

Калайтан Наталья Анатольевна (Россия, г. Омск) – старший преподаватель кафедры Финансов и экономики Омский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», г. Омск (644009, г. Омск, ул. 10 лет Октября, 195, корпус 18, e-mail: nakalaytan@mail.ru).

Kolke Galina Ivanovna (Russian Federation, Omsk) – Candidate of Economic Sciences, the associate professor Finansov and economies Omsk institute (branch) of FGBOU VPO «REU of G.V. Plekhanov», Omsk (644009, Omsk, to st. is 10 years of October, 195, the case 18, e-mail: galina_kolke@bk.ru).

Kalaytan Natalya Anatolyevna (Russian Federation, Omsk) – the senior teacher of chair of Finance and economy Omsk institute (branch) of FGBOU VPO «REU of G.V. Plekhanov», Omsk (644009, Omsk, to st. is 10 years of October, 195, the case 18, e-mail: nakalaytan@mail.ru).

УДК338.46

МЕТОДЫ ОТБОРА ВИДОВ РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЫДЕЛЯЕМЫХ НА АУТСОРСИНГ

А.В. Шимохин

Омский государственный аграрный университет им. П.А.Столыпина, Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье определены основные факторы, влияющие на стоимость ремонта станков. Предложена методика позволяющая принимать решения о передаче ремонта на аутсорсинг, основанная на классификации оборудования по параметрам: трудоемкость ремонта и коэффициент вариации средней наработки до отказа. В результате работы предложенного алгоритма определяется оптимальный выбор ремонтов, передаваемых на аутсорсинг, при котором затраты на техническое обслуживание и ремонта промышленного оборудования минимальные.

Ключевые слова: аутсорсинг, ремонт промышленного оборудования, ABC-анализ, XYZ-анализ, трудоемкость ремонта, коэффициент вариации.

Введение

Одним из эффективных инструментов менеджмента позволяющего снизить затраты и обеспечить качество услуг по ремонту оборудования является аутсорсинг.

При этом рынок услуг по ремонту оборудования, характеризуется малым предложением, и некоторые фирмы специализированы на определенных узлах станков. Необходимо провести анализ предложения услуг по ремонту оборудования в регионе. И разработать методику о выборе оборудования ремонт, которого целесообразно передать на ремонт.

Рассмотрим все виды ремонта и технического обслуживания, которые необходимы для обеспечения работоспособности оборудования: плановый и аварийный ремонты, смазка узлов и замена масла, регулировка, диагностирование.

Наиболее часто необходимо выполнять работы по смазке и регулировке, эти виды услуг целесообразно оставлять в функциях ремонтной службы предприятия. Диагностирование требует специальных знаний и навыков, данный вид работ выполняется внешними специалистами,

специализирующимися на работе с системами технического диагностирования.

Работы по ремонту характеризуют такие параметры как: трудоемкость и наработка до отказа, (под наработкой до отказа понимается, время работы оборудования до планового или непланового ремонта).

Проведенный анализ предложений различных фирм в Омской области и соседних регионах, показал, что фирмы, предоставляющие услуги не могут осуществлять ремонт в полном объеме, который необходим предприятию, поэтому необходима разработка алгоритма выбора и передачи определенных видов ремонта на аутсорсинг [1].

Анализ факторов стоимости ремонта промышленного оборудования

В российской практике только 10% компаний применяют аутсорсинг в целях обеспечения ремонта промышленного оборудования. Рынок услуг по ремонту оборудования в России пока не может полностью удовлетворить потребности предприятий [2]. С помощью причинно-следственной диаграммы, на рисунке 1, рассмотрим факторы, влияющие на стоимость

ремонта [3]. На стоимость процессов ремонта оборудования влияют такие факторы, как: возраст станка, стоимость деталей, конструктивные особенности (количество

узлов, масса станка), дефекты в результате неправильной эксплуатации, зарплата ремонтного персонала (количество рабочих).



Рис.1 Факторы, влияющие на стоимость процесса ремонта промышленного оборудования

Анализа факторов, влияющих на стоимость ремонта показывает, что основными являются: количество отказов станков, которые могут определяться возрастом станка, нарушением требований эксплуатации (персонал); количество ремонтов и осмотров, стоимость которых определяется ставкой работника ремонтной службы, конструктивными свойствами станка, стоимостью деталей и материалов, возрастом станка; стоимость услуг фирм предоставляющих услуги по ремонту станков.

Факторы численно можно выразить следующими параметрами: трудоемкость – количество ремонтов и отказов, а также конструктивные свойства, возраст станка. С учетом ставки рабочего ремонтника данные затраты можно определить в денежном эквиваленте; коэффициент вариации наработки до отказа – отражает количество отказов за наблюдаемый период функционирования станка, а также количество плановых ремонтов за

рассматриваемый период работы. Устранение внеплановых отказов, зачастую несет намного больше затрат чем плановый ремонт. Данный параметр может отражать качество ремонта.

Стоимость услуг также напрямую влияет на принимаемые решения.

Текущие ремонты одинаковых станков имеют разные стоимости, а также в течение определенного периода происходят отказы, которые косвенно могут отражать качество ремонта. Поэтому оборудование необходимо классифицировать по параметрам: стоимость ремонта, средняя наработка до отказа.

Необходимо выбрать инструмент для принятия решений, которые позволят разработать методику разбиения оборудования организации на группы, по данным параметрам. Что позволит для каждой группы принимать объективные управленческие решения в области услуг по ремонту и техническому обслуживанию.

Классификация промышленного оборудования по группам

Рассмотрим современные инструменты для принятия управленческих решений.

ABC-анализ – это эффективный инструмент, позволяющий классифицировать ресурсы предприятия по степени их важности. Этот анализ является одним из методов рационализации и может применяться в сфере деятельности любого предприятия [3,4,5]. В экономике широко известно так называемое правило Парето (20/80), согласно которому лишь пятая часть (20%) от всего количества объектов, с которыми обычно приходится иметь дело, дает примерно 80% результатов этого дела. Вклад остальных 80% объектов составляет только 20% общего результата.

XYZ-анализа чаще всего применяется в изучении стабильности продаж [4]. Если ABC-анализ позволяет определить вклад конкретного товара в стоимость запасов, то XYZ- анализ изучает отклонения, скачки, нестабильность сбыта.

Применительно к поставленной задаче необходимо провести анализ затрат на ремонт оборудования и его технического состояния, используя данные о наработке до отказа. Данные могут быть получены из журнала ремонтных служб предыдущего владельца оборудования либо собственных источников [6,7]. Данный анализ, возможно, проводить при планировании ремонтных

работ, и принимать решения о аутсорсинге. При этом к групп. А отнесем 20% оборудования от его общего количества, имеющего наиболее трудоемкий ремонт, к группе В отнесем 50% оборудования и 30% к группе С – оборудование с наименее трудоемкими ремонтами за прошедший период. Для анализа XYZ проведем анализ наработки до ремонта (планового и аварийного). Категория X характеризуется низким значением коэффициента вариации (от 0 до 15%), что в данной задаче характеризует равные промежутки между остановками оборудования на ремонт. Категория Y характеризует наличие отказов во время эксплуатации (коэффициент вариации от 15 до 45%), что может быть вызвано нарушениями эксплуатации либо какими то определёнными факторами, необходимо проводить анализ причин и возможно выводить ремонт оборудования на аутсорсинг.

Категория Z характеризует постоянные отказы через различные промежутки наработки (коэффициент вариации более 45%), данные значения могут быть на стадии приработки и износа.

Для обоих методов используем один и тот же объект анализа – промышленное оборудование организации с параметрами - трудоемкость оборудования и коэффициент вариации наработки до отказа (таблица 1).

Таблица 1 – ABCи XYZ анализ

	A	B	C
Z	Первая группа оборудования, для которой рассматриваться возможность передачи всех видов ремонта данного оборудования на аутсорсинг.	Вторая группа оборудования.	Третья группа оборудования.
Y	Четвертая группа оборудования.	Пятая группа оборудования.	Шестая группа оборудования.
X	Седьмая группа оборудования.	Восьмая группа оборудования.	Девятая группа оборудования.

Алгоритм выбора ремонта передаваемого на аутсорсинг

Расчет затрат на ремонт и техническое обслуживание ремонтной службой организации рассчитывается как:

$$C_{pco} = C_{зпл} + C_{мат}, \quad (1)$$

где $C_{зпл}$ – затраты на заработанную плату ремонтному персоналу. $C_{мат}$ – затраты на

материалы, детали, расходуемые при ремонте. Затраты на аутсорсинг определяются ценой на ремонты проводимые фирмой аутсорсером.

Таким образом затраты связанные с вспомогательным производством - ремонт оборудования, в условиях аутсорсинга ремонта, определяются как:

$$C_p = \sum_1^n \left(\left(\frac{N \cdot R}{T_y} \cdot (n_T + n_{cp} + n_k + n_0) \right) \cdot C_{Tn} \right) + \sum_1^k \left(\frac{N \cdot R}{T_y} \cdot e \cdot g \cdot C_k \cdot (n_T \cdot a + n_{cp} \cdot b + n_k) \right) + C_a \cdot n + C_{адп}, \quad (2)$$

где C_p -расходы связанные с вспомогательным производством - ремонт оборудования, N -количество оборудования, R - категория ремонтосложности, T_c - межремонтный цикл, n_T -количество текущих ремонтов, n_{cp} - количество средних ремонтов, n_k - количество капитальных ремонтов, n_o -количество осмотров, C_{Tn} -тарифная ставка соответствующей специальности и разряда, e -коэффициент, учитывающий расход материала на осмотры и межремонтное обслуживание, g - норма расхода материала на один капитальный ремонт оборудования на одну ремонтную единицу, a - коэффициент, характеризующий

соотношение между количеством материала, расходуемым при текущем и капитальном ремонтах, b - коэффициент, характеризующий соотношение нормы расхода материала при среднем и капитальном ремонтах, C_k - стоимость k -ого материала, $C_{ат}$ -стоимость услуг по ремонту оборудования предоставляемых фирмой аутсорсером, n -количество ремонтов выполняемых фирмой аутсорсером, $C_{адр}$ - стоимость других услуг выполняемых аутсорсером (модернизация, диагностирование и т.п.). Тогда оптимальная модель процессов ремонта в организации при использовании аутсорсинга:

$$C_p = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{N \cdot R}{T_c} \cdot (n_T + n_{cp} + n_k + n_o) \right) \cdot C_{Tn} \right) + \sum_{i=1}^k \left(\frac{N \cdot R}{T_c} \cdot e \cdot g \cdot C_k \cdot (n_T \cdot a + n_{cp} \cdot b + n_k) \right) + C_a \cdot n + C_{адр} \rightarrow \min. \quad (3).$$

Минимальное значение определяется в соответствии с предложенным алгоритмом, пока не выполняется условие:

$$C_{pn} < C_{(n+1)p}, \quad (4)$$

C_{pn} - расходы связанные с вспомогательным производством - ремонт оборудования, при котором аутсорсер предоставляет ремонт и другие услуги для n -ого количества групп оборудования, $C_{(n+1)p}$ - объем расходов связанных с вспомогательным производством - ремонт оборудования, при котором аутсорсер предоставляет ремонт и другие услуги для $(n+1)$ -ого групп оборудования

Блок - схема алгоритма выбора групп оборудования, для которых ремонт осуществляет фирма – аутсорсер можно представить, как показано на рисунке 2. Суть алгоритма заключается в том, что последовательно сравниваются затраты на ремонт и техническое обслуживание при передаче на аутсорсинг определённой группы оборудования, начиная с наиболее трудоёмкой и проблемной группы - AZ, при этом объем работ согласовывается с фирмой-поставщиком услуг по ремонту. Выполнение условия (4) означает, что дальнейшая передача групп на аутсорсинг нецелесообразна так как это приводит к росту затрат и предыдущий вариант аутсорсинга ремонта наиболее оптимален.

Заключение

Проведенный анализ рынка услуг по ремонту оборудования в регионе, показал, что фирмы, предоставляющие данные услуги не могут осуществлять ремонт в полном объеме, который необходим предприятию.

Определены основные факторы, влияющие на стоимость ремонта станков: опыт персонала, средняя наработка до отказа, трудоемкость ремонтов станка на предстоящий период, а также стоимость услуг фирм предоставляющих услуги по ремонту станков. Установлена целевая функция, при использовании аутсорсинга, как снижение затрат, связанных с вспомогательным производством – ремонт и техническое обслуживание оборудования. Предложена методика классификации оборудования, позволяющая определять какие ремонты необходимо передать на аутсорсинг в первую очередь. Для реализации методики, предложен алгоритм, суть которого заключается в том, что выполняется согласование объемов работ с фирмой аутсорсером и последовательно сравниваются затраты на ремонт промышленного оборудования, при передаче на аутсорсинг определённой группы оборудования, начиная с наиболее трудоёмкой и проблемной группы. В результате определяется оптимальный выбор количества ремонтов выполняемых фирмой-аутсорсером, при котором затраты на техническое обслуживание и ремонта оборудования минимальные.

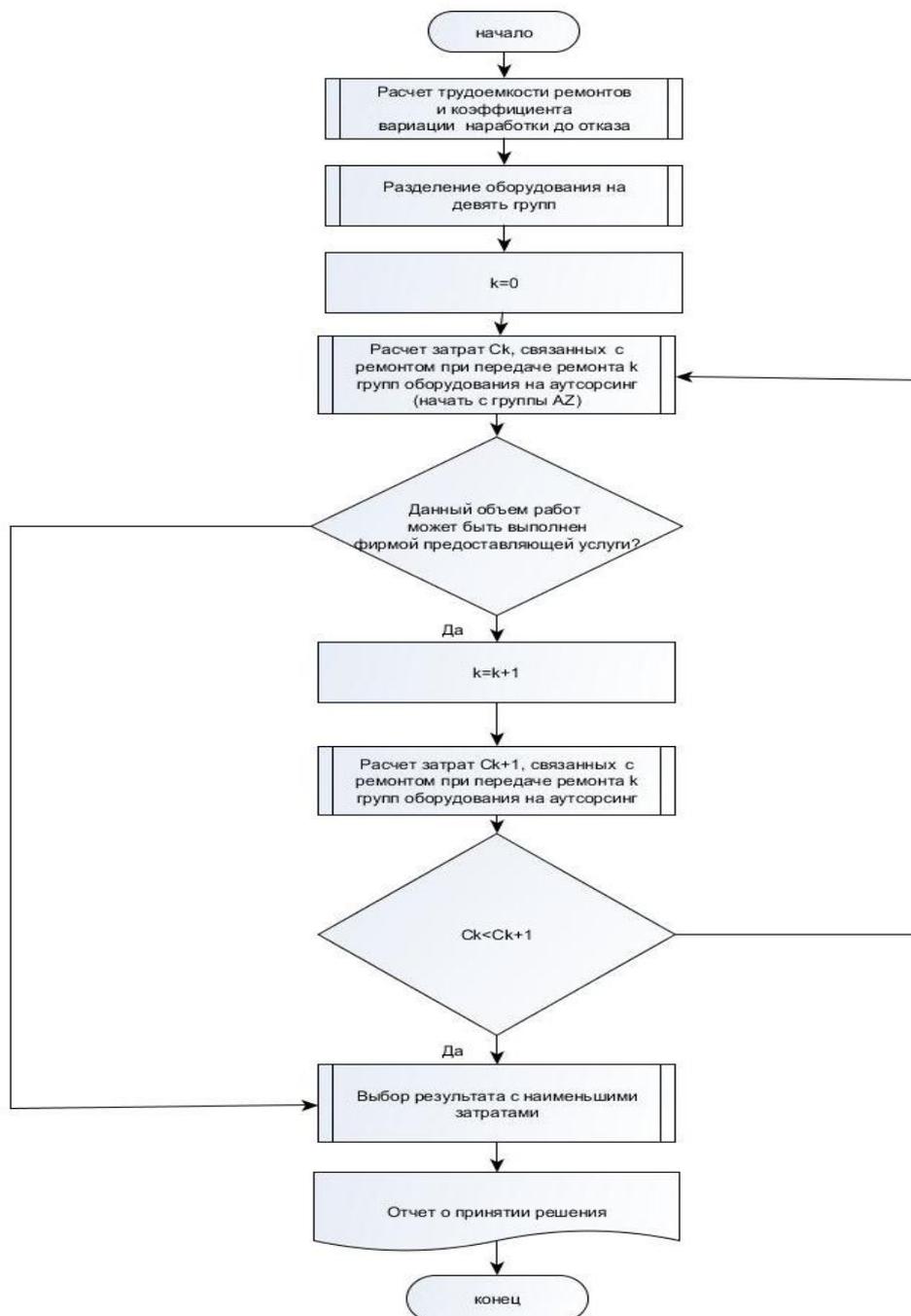


Рис. 2. Блок - схема алгоритм выбора групп оборудования

Библиографический список

1. Хаирова, С.М., Совершенствование организации услуг по ремонту оборудования / С.М. Хаирова, А.В. Шимохин // Вестник СибАДИ. – №5 (45). – Омск.:СибАДИ, 2015 – С.194-196.
 2. Абдикеев, Н.М. Реинжинирингбизнес-процессов: учебник / Н.М. Абдикеев, Т.П. Данько, С.В. Ильдеменов, А.Д. Киселев. – М.: Эксмо, 2007. – 587 с.

3. Карпей, Т.В. Экономика, организация и планирование промышленного производства /Т.В. Карпей. – Минск.: Дизайн ПРО, 2004 – 328 с
 4. Голубков, Е.П. ABC- и XYZ анализ: проведение и оценка результативности / Е.П. Голубков // Маркетинг в России и за рубежом. – № 3 (77). – 2010. – С. 12-23.
 5. Авдеева Е.С. ABC-анализ и сезонная компонента промышленного предприятия / Е.С.

Авдеева // Российское предпринимательство. – 2011. – № 1(176) – С. 104-109.

6. Ящур, А.И. Единое положение о планово-предупредительных ремонтах технологического и механического оборудования промышленных предприятий России / А.И. Ящур, В.И. Колпачков, И.А. Белолобский. – М.: ГИГХС, 2003. – 56 с.

7. Якобсон, М.О. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий / М.О. Якобсон. – 6-е изд. – М.: Машиностроение, 1967. – 592 с.

METHODS OF SAMPLING REPAIRS INDUSTRY ARE OUTSOURCING

A.V. Shimokhin

Abstract. This article identifies the main factors affecting the cost of repairing the machines. The technique allows to decide on the transfer of repair outsourcing, based on the classification of the equipment in the parameters: the complexity of the repair and the mean time to failure. As a result of the proposed algorithm determines the optimal selection of the number of repairs carried out by the company-outsourcer, in which the cost of maintenance and repair of equipment is minimal.

Keywords: outsourcing equipment repair, ABC-analysis, XYZ-analysis, the complexity of the repair, the coefficient of variation.

References

1. Hairova S.M., Shimokhin A.V. Sovershenstvovanie organizatsionnykh uslug remontu oborudovaniya [Improving the organization of services for repair of equipment]. *Vestnik SibADI*, 2015 no 5 (45), pp. 194-196.

2. Abdikeev N.M. *Reinzhiniring biznes-processov* [Business Process Reengineering]. Moscow, 2007. 587 p.

3. Karpej T.V. *Jekonomika, organizacija i planirovanie promyshlennogo proizvodstva* [Economy, organization and planning of industrial production]. Minsk, 2004, 328 p.

4. Golubkov E.P. ABC- i XYZ analiz: provedenie i ocenka rezul'tativnosti [ABC- and XYZ analysis: implementation and impact assessment]. *Marketing in Russia and abroad*, 2010 no 3 (77), pp. 12-23.

5. Avdeeva E.S. ABC-analiz i sezonnaja komponenta promyshlennogo predpriyatija [ABC analysis and the seasonal component of the industrial enterprise]. *Russian business*, 2011 no. 1(176), pp. 104-109.

6. Jashhura A.I. *Edinoe polozenie o planovo-predupreditel'nykh remontakh tehnologicheskogo i mehanicheskogo oborudovaniya promyshlennykh predpriyatij Rossii* [One provision of preventative maintenance of technological and mechanical equipment of Russian industrial enterprises]. Moscow, 2003, 56 p.

7. Jakobson M.O. *Edinaja sistema planovo-predupreditel'nogo remonta i racional'noj ekspluatatsii tehnologicheskogo oborudovaniya mashinostroitel'nykh predpriyatij* [Unified system for preventative maintenance and efficient operation of process equipment engineering companies] Moscow, 1967. 592 p.

Шимохин Антон Владимирович (Россия, г. Омск) – старший преподаватель кафедры «Технический сервис, механика и электротехника» ФГБОУ ВО ОмГАУ им. П.А. Столыпина (644008, г. Омск, ул. Институтская площадь, 1, e-mail: e-mail:schimokhin@yandex.ru).

Shimokhin Anton Vladimirovich (Russian Federation, Omsk) – senior lecturer, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (644008, Omsk, Institutskaya ploshad st., 1).

УДК 629.333:658.567:678.065

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В СФЕРЕ УТИЛИЗАЦИИ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

И.А. Эйхлер

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, Омск.

Аннотация. В статье рассматривается сложившаяся ситуация в сфере утилизации резиносодержащих отходов автотранспортного комплекса, определяются основные проблемы рассматриваемого сегмента, идентифицируются процессы системы и группируются по трем основным стадиям, на основе полученных результатов строится карта происходящих процессов рассматриваемой системы и при использовании процессного подхода к управлению системами предлагаются возможные организационно-управленческие решения выявленных проблем на каждой стадии реализации межорганизационного бизнес-процесса.

Ключевые слова: утилизация, бизнес-процесс, система процессов, процессный подход к управлению системами.

Введение

В свете нестабильной экономической ситуации в стране возникает необходимость

поиска решений по минимизации издержек производства. Одним из актуальных направлений решения данной задачи

является использование вторичных ресурсов, получаемых путем возврата отходов различных сфер экономической деятельности в сферу производства как по первичному назначению, так и для изготовления совершенно новой продукции. Использование данных ресурсов помимо сокращения экономических издержек так же ведет к снижению экологической нагрузки на территории, а при организации новых производств по вторичной переработке приводит и к положительному социальному эффекту [1,2].

В свете постоянного роста автомобилизации региона (по данным ГИБДД МВД России по Омской области с 2010 года рост количества автомобилей находящихся в эксплуатации составил 26%, что вызвано ростом количества автомобилей, принадлежащих физическим лицам (рисунок 1). [3]), автор в данной статье уделит внимание решению организационно-управленческих проблем в сфере утилизации автотранспортных отходов.

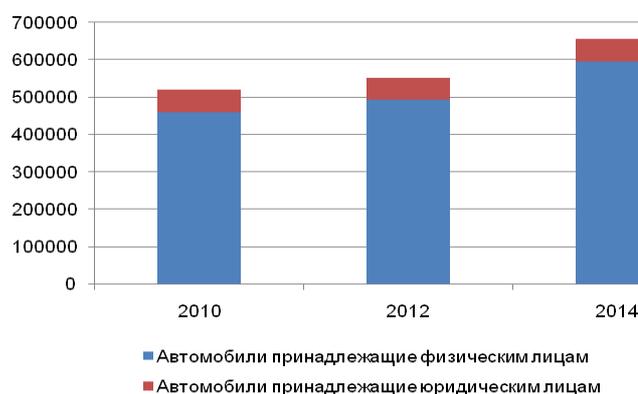


Рис 1. Количество находящихся в эксплуатации транспортных средств

Идентификация основных процессов в сегменте утилизации резиносодержащих отходов

Представленная на рисунке 1 тенденция ведет к возрастанию нагрузки на предприятия, работающие в сфере утилизации отходов, аккумулированных автотранспортным комплексом, к которым можно отнести вышедшие из строя автотранспортные средства и их детали, изношенные покрышки, отработанные масла и ветошь [4].

Учитывая специфику утилизации каждого вида представленных отходов, сфера их утилизации делится на несколько сегментов: утилизация металлосодержащих отходов (вышедшие из строя автотранспортные средства, детали и агрегаты автомобилей и т.д.); утилизация опасных отходов (аккумуляторные батареи); утилизация отработанных нефтепродуктов (автомобильные масла); утилизация резиносодержащих отходов (изношенные покрышки).

Наиболее проблемным, из выделенных автором сегментов, является сегмент по утилизации резиносодержащих отходов автомобильного транспорта. Это обусловлено следующими основными причинами: в отличие от сегментов

утилизации металлосодержащих и опасных отходов автомобильного транспорта, в рассматриваемом сегменте нет действующих государственных программ по развитию и обеспечению работоспособности данного сегмента; в рассматриваемом сегменте не создана централизованная система сбора отходов, в отличие от сегмента утилизации отработанных нефтепродуктов; объемы образуемых резиносодержащих отходов занимают наибольший удельный вес в общей структуре отходов автотранспорта [5]; согласно проведенному экспертному опросу физических лиц, владеющих автотранспортными средствами, только 40% воспользовались услугами предприятий по утилизации резиносодержащих отходов или их посредниками, оставшиеся 60% избавлялись от образуемых отходов другими способами.

Представленные причины привели к тому, что на сегодняшний день объем утилизируемых резиносодержащих отходов составляет около 60% и при сохранении текущей тенденции по росту количества автомобилей данный показатель может снижаться [6].

Схематично проблемы, возникшие в рассматриваемом сегменте, представлены на рисунке 2 [7,8].

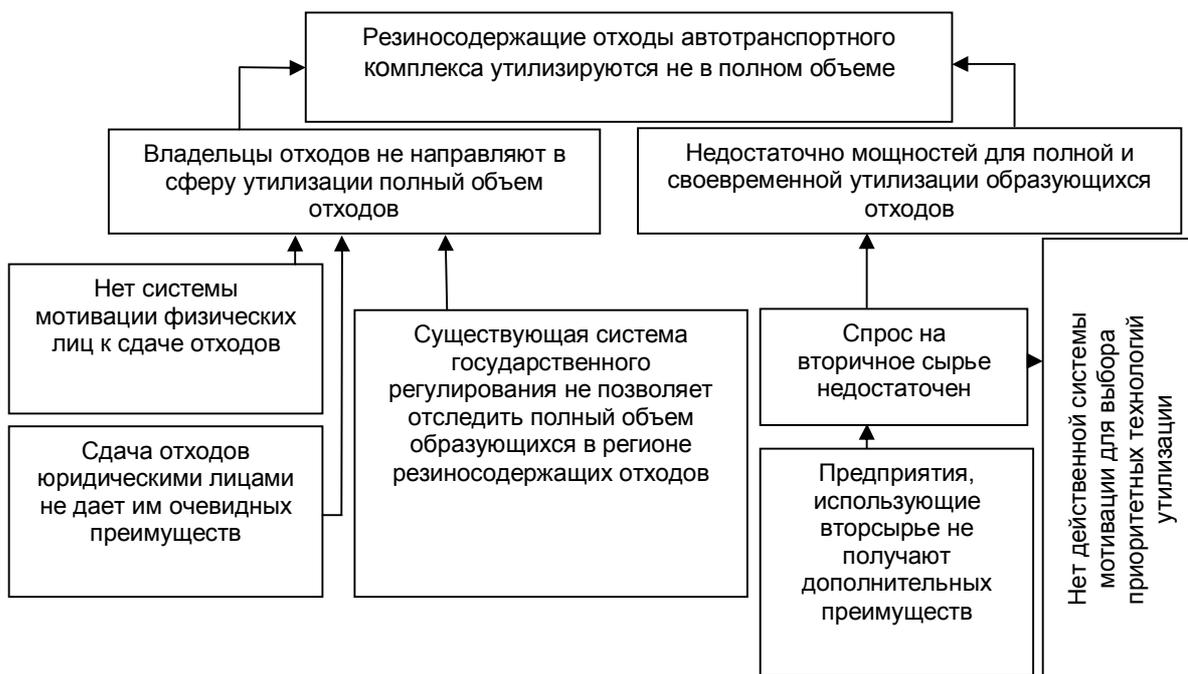


Рис. 2. Дерево проблем сегмента по утилизации резиносодержащих отходов автотранспортного комплекса

Решение выделенных проблем необходимо проводить на основе процессного подхода, позволяющего рассматривать любую систему как сеть взаимодействующих процессов. [9,10] Карта процессов, выполняющихся в выделенном сегменте, представлена на рисунке 3.

Все процессы, протекающие в рассматриваемом сегменте, можно разбить на три основных стадии: на первой стадии происходит образование и сбор отходов автотранспортного комплекса; на второй стадии выполняется основной процесс системы – утилизация отходов; на третьей стадии – продажа и использование полученного вторсырья.

Построение оптимизированных моделей взаимодействия

На первой стадии происходит выполнение межорганизационного бизнес-процесса по взаимодействию между предприятиями по утилизации и владельцами резиносодержащих отходов автотранспорта.

Согласно рисунку 2, основными проблемами, возникающим в ходе выполнения данного процесса являются: отсутствие системы мотивации физических лиц к сдаче отходов; сдача отходов юридическими лицами не дает им очевидных преимуществ; существующая система государственного регулирования не позволяет отследить полный объем

образующихся в регионе резиносодержащих отходов.

Основными направлениями оптимизации процессов, выполняющихся на данной стадии должны стать: создание условий для взаимовыгодного сотрудничества между владельцами резиносодержащих отходов и предприятиями по их утилизации; повышение информированности населения о необходимости правильной утилизации образующихся отходов автотранспортного комплекса.

Для выполнения поставленных задач необходимо пересмотреть основные принципы, на которых осуществляется взаимодействие между участниками. На сегодняшний день выполнение процесса по взаимодействию в сфере сбора отходов автотранспортного комплекса строится на том, что вся ответственность за их утилизацию лежит на владельцах, и соответственно все расходы по сбору и последующей переработке резиносодержащих отходов. Данные положения законодательно закреплены в федеральном законе №8-ФЗ от 24.06.1998г. и Постановлении правительства №344 от 12.06.2003 года. Рассмотренные законодательные акты прописывают возможность взимания платы с владельцев отходов за их утилизацию, покрывающую расходы перерабатывающих предприятий. [11,12] Однако, сложившиеся условия

привели к появлению вышеуказанных проблем, поэтому, по мнению автора, указанные правила работы процесса необходимо пересмотреть.

Экономически верным в данной ситуации является признание резиносодержащих отходов исходным сырьем для утилизирующих предприятий, так как после переработки полученный продукт поступает на рынок, а предприятия получают дополнительный доход, и, следовательно, отношения с владельцами отходов должны строиться как с поставщиками сырья [13].

При работе с посредниками покрышек необходимо обеспечить различные льготы и поощрения владельцам ТС сдающим резиносодержащие отходы (такие как например скидки на покупку новых запасных

частей, либо выполнения части работ бесплатно), затраты на данные мероприятия должны покрываться за счет выкупа собранных посредниками отходов предприятиями по их утилизации.

Для увеличения эффективности системы сбора резиносодержащих отходов автомобильного транспорта с населения и предприятий необходимо привлечение в данную систему средств массовой информации (СМИ) позволяющих повысить информированность населения и повысить уровень сознательности граждан в сфере экологии.

Соответственно оптимизированный процесс взаимодействия в сфере сбора резиносодержащих отходов автотранспорта можно представить на рисунке 4.

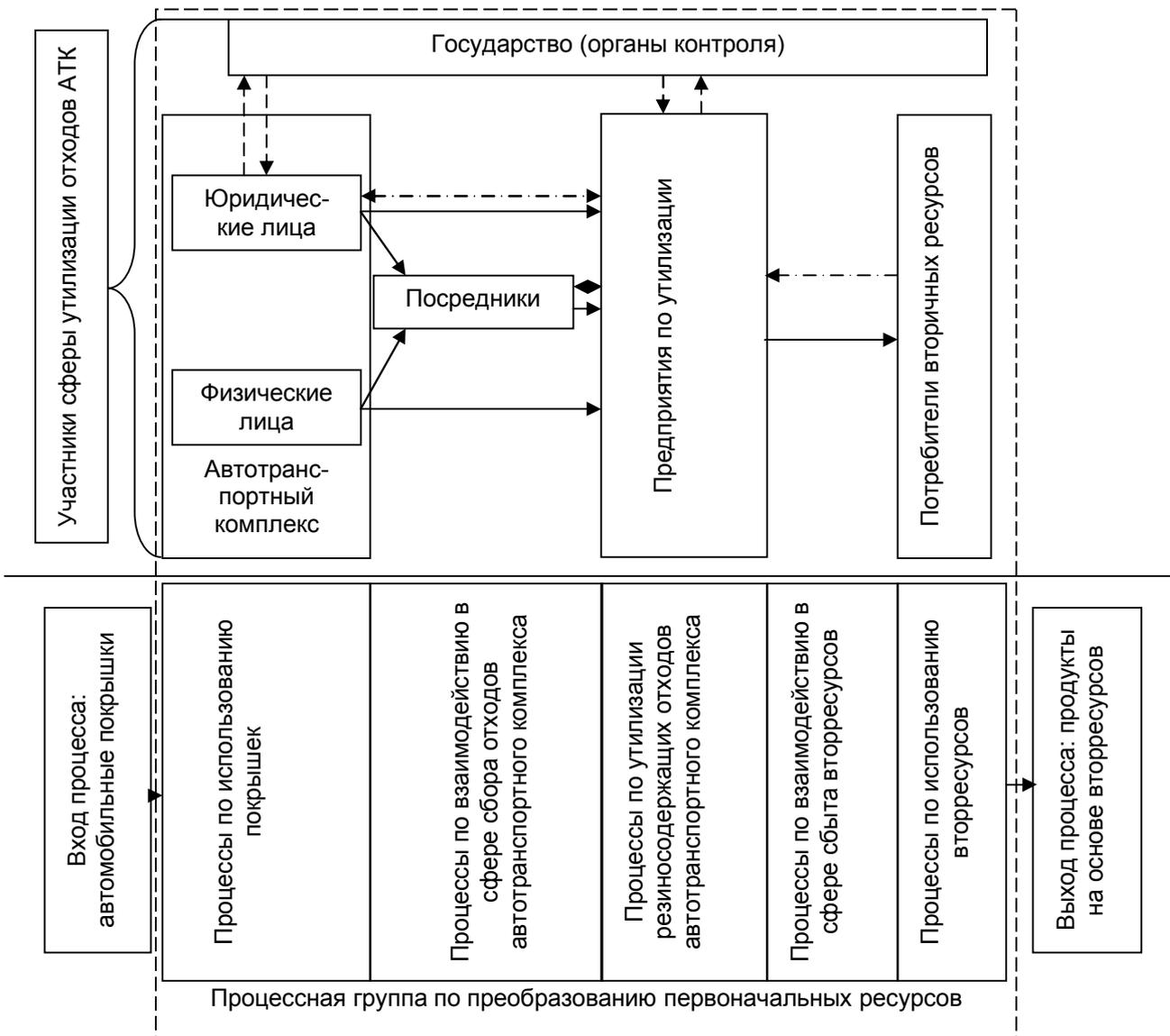


Рис. 3. Карта процессов в сегменте утилизации резиносодержащих отходов автотранспортного комплекса

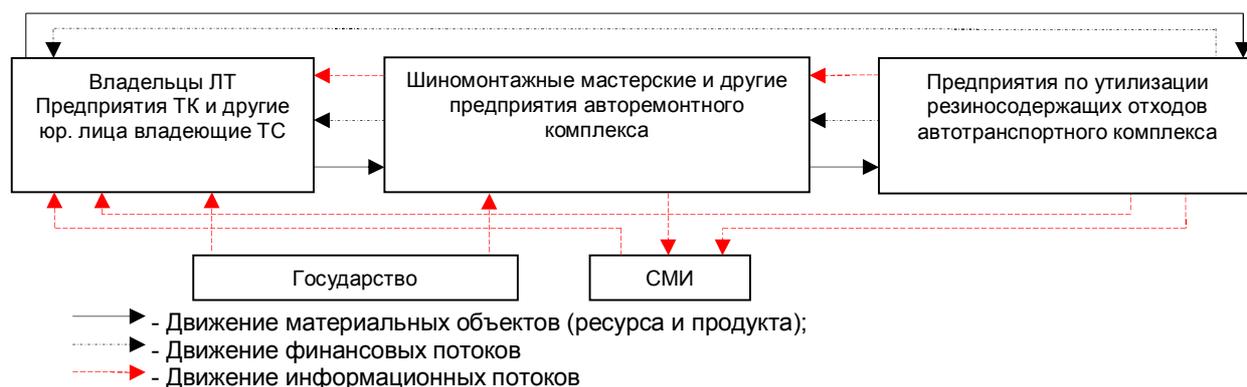


Рис. 4. Оптимизированный процесс взаимодействия участников в сфере сбора резиносодержащих отходов автотранспорта

На второй стадии рассматриваемой сети процессов выполняется процесс по утилизации резиносодержащих отходов автомобильного транспорта.

Основными проблемами возникающими при выполнении данных процессов по мнению автора являются следующие: при небольших объемах переработки невозможно добиться качественного конечного продукта; нет единого подхода к определению подходов к утилизации.

Решение выше обозначенных проблем можно обеспечить путем выполнения следующих основных шагов: создание условий для обеспечения полной и достоверной информации об объемах перерабатываемых отходов и способах применяемых при их утилизации; обеспечение софинансирования научных разработок в сфере утилизации резиносодержащих отходов, позволяющих обеспечить повышение рентабельности предприятий и повышающих экологическую безопасность утилизации.

Построение данной системы взаимодействий должно обеспечить достижение как коммерческих целей, так и целей по достижению максимального положительного экологического эффекта, что является основной задачей государства в рассматриваемой системе [5, 14].

На третьей стадии выполняется процесс по реализации полученного вторичного сырья. Основной проблемой, существующей на данной стадии, является то, что существующий спрос на вторичное сырье недостаточен. Данная проблема приводит к невозможности наращивания мощностей по утилизации резиносодержащих отходов

автотранспорта, что в свою очередь не позволяет экономически эффективно утилизировать весь объем образующихся в регионе отходов. По мнению автора, основными причинами сложившейся ситуации являются следующие: на сегодняшний день использование вторресурсов, полученных путем переработки резиносодержащих отходов, не дают дополнительных преимуществ перед использованием «классических» видов ресурсов; технологии по применению вторичного сырья не получили широкого распространения.

Решение возникших при выполнении рассматриваемого процесса проблем можно путем включения в данную схему научного комплекса региона, позволяющего осуществлять разработку и внедрение новых технологий по применению полученных вторресурсов [15]. Так же необходимо наладить взаимодействие между государством и предприятиями, использующими вторичные ресурсы, заключающиеся в создании благоприятного климата для внедрения передовых технологий по использованию продуктов утилизации (рис.5).

Заключение

При выполнении предложенной системы по устранению основных проблем в сфере утилизации резиносодержащих отходов автотранспортного комплекса позволит решить как коммерческие задачи (повышения рентабельности предприятий), так и задачи экологического характера (выбор наиболее безопасных методов утилизации, максимизация доли утилизированных отходов).

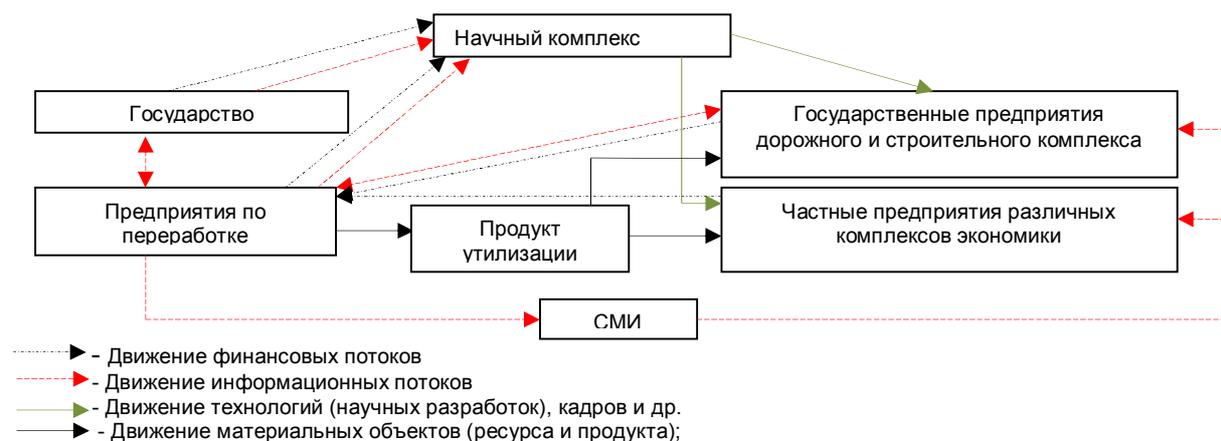


Рис. 5. Модель организации процессов взаимодействия на стадии реализации вторичного сырья

Библиографический список

1. Егорова, М.В. Проблемы эффективности организации процессов рециклинга полимеров в рамках комплексного освоения ресурсов углеводородного сырья / М.В. Егорова // Вестник казанского технологического университета. – 2011. – Вып. 5. – С. 67-73.

2. Альбеков, А.У. Моделирование процессов рециклинга на принципах логистики / А.У. Альбеков, А.А. Кизим, Э. Березовский // Логистика. – М.: Агентство Маркет Гайд, 2012 – Вып. 5 (66) – С. 48-51.

3. Количество автомототранспортных средств и прицепов к ним, зарегистрированных в установленном порядке ГИБДД МВД России [Электронный ресурс] / Управление ГИБДД УМВД России по Омской области. – Режим доступа: <http://gibdd55.ru/main.php?id=34>, свободный (дата обращения к ресурсу: 20.01.2016).

4. Эйхлер, И.А. Кластерный подход при организации внутригородского центра по переработке твердых автотранспортных отходов / И.А. Эйхлер, Л.В. Эйхлер // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО "СибАДИ" (с международным участием) / РААСН, СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2012. – Кн. 3. – 2012. – С. 129-133.

5. Эйхлер, И.А. Организация рециклинга автотранспортных отходов на основе реализации механизмов частно-государственного партнерства / И.А. Эйхлер // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 3 (31). – С. 124-127.

6. Опыт утилизации шин в Свердловской области [Электронный ресурс] // Материалы международной конференции «Россия – Европейский Союз: партнёрство для модернизации в сфере обращения с отходами» 24 – 25.05.2012г. – Режим доступа: <http://www.14000.ru/events/conference0512/>, свободный (дата обращения к ресурсу: 26.01.2016).

7. Эйхлер, И.А. Анализ текущей ситуации в сфере утилизации резиносодержащих отходов автотранспортного комплекса: проблемы и пути решения / И.А. Эйхлер // Архитектура, строительство, транспорт [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»). – Электрон. дан. – Омск: СибАДИ, 2015. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/ESD75.pdf>, свободный после авторизации. – Загл. с экрана.

8. Kurt Reschner. Scrap Tire Recycling [электронный ресурс] // entire-engineering. – Режим доступа: http://www.entire-engineering.de/Scrap_Tire_Recycling.pdf, свободный (дата обращения к ресурсу: 20.03.2016).

9. Евдокимова, Е.Н. Эволюция процессного подхода в управлении и перспективы его развития / Е.Н. Евдокимова // Управление экономическими системами: электронный научный журнал [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru>, свободный (дата обращения 20.01.2016).

10. Карпов, В.В. Современные формы организации производственной деятельности / В.В. Карпов, Д.К. Петренко // Актуальные вопросы развития экономики: Материалы международной научно-практической конференции. – Омск: Омский филиал Финуниверситета, 2015 – С. 184 – 189.

11. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 29.06.2015) "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2015) [электронный ресурс] / КонсультантПлюс – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения к ресурсу: 20.01.2016).

12. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 N 344 (ред. от 24.12.2014) "О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления" [электронный ресурс] / КонсультантПлюс – Режим

доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения к ресурсу: 20.01.2016).

13. Бирюков, В.В., Промышленная политика в условиях неиндустриализации: подходы к формированию / В.В. Бирюков, В.П. Плосконосова // Вестник СибАДИ. – 2015. – №3. – С. 84-92.

14. Эйхлер, Л.В. Экономическое взаимодействие субъектов ГАТК в современной системе управления / Л.В. Эйхлер, А.А. Демиденко // Вестник СибАДИ. – 2012. – 1 (23). – С. 130-134.

15. Benefits of Tire Recycling in Civil Engineering Projects [электронный ресурс] // Environmental XPRT – The Industry Environmental Online – Режим доступа: <http://www.environmental-expert.com/>, ограниченный (дата обращения к ресурсу: 20.03.2016).

THE MAIN DIRECTIONS OF SOLVING PROBLEMS IN THE FIELD OF RECYCLING OF RUBBER WASTE OF AUTO TRANSPORT

I.A. Eychler

Abstract. The article discusses the current situation in the sphere of recycling of rubber waste of auto transport, identifies the main problems of this segment, processes of system are identified and grouped in three basic stages, constructed the map of the processes of the system based on the obtained results, and with using process approach to management of systems offers possible organizational and administrative decisions identified problems on each stages of execution interorganizational business process.

Keywords: recycling, business process, the system of the processes, process approach to management systems.

References

1. Egorova M.V. Problems of efficiency of the organization processes, recycling of polymers within the integrated development of hydrocarbon resources. *Vestnik Kazanskogo Technologicheskogo Universiteta*, 2011, vol. 5, pp. 67 - 73.

2. Albekov A.U., Kizim A.A., Berezovskiy E. Modeling of recycling processes on the principles of logistics. *Logistika*, 2012, vol. 5 (66) pp. 48 – 51.

3. The number of motor vehicles and their trailers registered in the prescribed manner the Main Directorate for Road Traffic Safety (Russia), *Upravlenie GIBDD UMVD Rossii po Omskoi oblasti*. Available at: <http://gibdd55.ru/main.php?id=34>, free (accessed 20.01.2016).

4. Eychler I.A., Eychler L.V. The cluster approach in the organization of intra-center for the processing of solid waste vehicles. *Razvitie dorojno-transportnogo kompleksa i stroitelnoi infrastruktury na osnove racionalnogo prirodopolzovania: materialii VII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii FGBOU VPO SIBADI*, 2012, b 3, pp 129 – 133.

5. Eychler I.A. Organization of recycling of waste of autotransport with application of mechanisms of private-state partnership. *Vestnik SibADI*, 2013, vol. 3(31), pp. 124 – 127.

6. The experience of tire recycling in the Sverdlovsk Region. *Materialii megdunarodnoi konferencii "Rossia – Evropeiskii Souz: Partnerstvo dlia*

modernizacii v sfere obrasheniya s otdomami" 24 – 25.05.2012, Available at: <http://www.14000.ru/events/conference0512/>, free (accessed 26.01.2016).

7. Eychler I.A. Analysis of the current situation in the field of recycling of rubber waste motor complex: problems and solutions. *Arhitectura, stroitelstvo, transport: materialii megdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii (k 85-letiu FGBOU VPO SIBADI)*, 2015. Available at: <http://bek.sibadi.org/fulltext/ESD75.pdf>, free after login (accessed 26.01.2016).

8. Kurt Reschner. Scrap Tire Recycling. entire-engineering. Available at: http://www.entire-engineering.de/Scrap_Tire_Recycling.pdf, free. (accessed 20.03.2016).

9. Evdokimova E.N. The evolution of the process approach to management and its development prospects. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnoi nauchnoi zhurnal*, 2011. Available at: <http://www.uecs.ru>, free (accessed 20.01.2016).

10. Karpov V.V., Petrenko D.K. forms of organization of production activities. *Aktualnie voprosi razvitiya ekonomiki: materialii megdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii*, 2015, pp. 184 – 189.

11. The federal law of 24.06.1998 N 89-ФЗ (edition of 29.06.2015) "On Production and Consumption Waste" (with changes and additions entered for 01.07.2015). *ConsultantPlus*, URL: <http://www.consultant.ru/> (accessed 20.01.2016).

12. Resolution of the Government of the Russian Federation of 12.06.2003 №344 (edition of 24.12.2014) "On rates of charges for emissions of air pollutants from stationary and mobile sources, discharges of pollutants into surface and underground water bodies, including through the centralized sewerage system, waste disposal and consumption". *ConsultantPlus*, URL: <http://www.consultant.ru/>, free (accessed 20.01.2016)

13. Biryukov V.V., Ploskonosova V.P. Industrial policy in the conditions of neoindustrialization: approaches to formation. *Vestnik SibADI*, 2015, no 3., pp. 84 – 92

14. Eychler L.V., Demidenko A.A. Economic interaction of managing subjects CATC in modern management system. *Vestnik SibADI*, 2012, vol. 1(23), pp. 130 – 134.

15. Benefits of Tire Recycling in Civil Engineering Projects. Environmental XPRT – The Industry Environmental Online. Available at: <http://www.environmental-expert.com/>, limited (accessed 20.03.2016).

Эйхлер Иван Андреевич (Омск, Россия) – старший преподаватель кафедры «Экономика и управление предприятиями» ФГБОУ ВПО СибАДИ (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: vaniaeichler@rambler.ru).

Ivan A. Eychler (Omsk, Russian Federation) – Senior Lecturer «Economics and Management of Enterprises» Department of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Mira, 5 prospects, Omsk, e-mail: vaniaeichler@rambler.ru).

К юбилею Владимира Никитича Тарасова



В этом году Владимир Никитич Тарасов, доктор технических наук, профессор кафедры «Механика», отмечает юбилей.

Владимир Никитич Тарасов родился 7 марта 1936 г. С 1950 по 1954 г.г. учился в Омском строительном техникуме инженеров железнодорожного транспорта, который закончил с отличием, получив квалификацию механика по путевым и строительным машинам.

Окончив с отличием в 1959 году Сибирский автомобильно-дорожный институт, Владимир Никитич начал работать инженером-конструктором на заводе им. Баранова. А с 1961 года его трудовая деятельность неразрывно связана с СибАДИ. Сначала он работал на кафедре «Дорожные машины» в качестве преподавателя, аспиранта, старшего преподавателя, доцента, а с 1974 по 2012 годы заведовал кафедрой «Теоретическая механика». С 2012 года он профессор кафедры «Механика».

В 1965 году Владимир Никитич защитил в МАДИ кандидатскую диссертацию, а через 17 лет защитил докторскую диссертацию на тему: «Основы оптимизации процессов землеройно-транспортных машин КИСИ (Киев)». Через год ему было присвоено ученое звание профессор.

Владимир Никитич Тарасов, работая в СибАДИ, занимается не только преподавательской деятельностью, но и является руководителем аспирантуры. Под его руководством защищена докторская, 12 кандидатских диссертаций.

Научная деятельность Владимира Никитича Тарасова связана с научно-техническими разработками, выполненными по заказу производителей. По результатам научных исследований опубликовано более

120 статей в научных журналах и сборниках, в том числе три монографии. За разработку 150 изобретений, многие из которых внедрены в производство, Владимир Никитич награжден знаком «Изобретатель СССР». В 1994 г. общим собранием Сибирского отделения международной академии наук Высшей школы В.Н. Тарасов избран членом-корреспондентом СО АНВШ.

Профессор Владимир Никитич Тарасов является членом диссертационных советов по присуждению ученых степеней докторов и кандидатов технических наук (СО РАН, СибАДИ, ОмГТУ и др.)

В настоящее время научная деятельность профессора Владимира Никитича Тарасова посвящена прикладной механике рабочих процессов строительных и дорожных машин.

В прошлом году под его руководством издан учебник «Теоретическая механика» с грифом УМО, в котором впервые выделены разделы: «Спутниковая навигация»; «Кинематика сложных энергосберегающих механических систем»; «Теорема высоты вершин треугольника»; «Давление в центре Земли» и др.

За свои научные и трудовые достижения Владимир Никитич награжден знаком «Почетный работник высшего образования России» (1996 год), знаками «Победитель социалистического соревнования» в 1971, 1980, 1986 годах, знаком «50 лет СибАДИ».

Уважаемый Владимир Никитич поздравляем Вас с днем рождения! Желаем крепкого здоровья, бодрости для творческих успехов, удачи!

С уважением, Ректорат, Редакционная коллегия научного рецензируемого журнала «Вестник СибАДИ», Коллектив ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

*По материалам куратора музеей
ФГБОУ ВПО «СибАДИ»
С.В. Суловой*

ЮБИЛЕЙ

К юбилею Юрия Викторовича Столбова



Столбову Юрию Викторовичу – 80 лет.

Столбов Юрий Викторович родился 20.03.1936 года в деревне Лапушино, Голышмановского района, Тюменской области в семье учителя начальной школы. После окончания

Малиновской начальной, Ламенской семилетней и Голышмановской средней школ поступил на геодезическое отделение землеустроительного факультета Омского сельскохозяйственного института в 1954 году.

В 1959 г. после окончания института, получив квалификацию инженера-геодезиста, начал инженерную деятельность на строительстве предприятий Омского нефтехимического комплекса: заводов нефтеперерабатывающего, синтетического каучука, шинного в качестве инженера, мастера, старшего инженера, прораба.

В период с 1963-66 годов без отрыва от производства окончил вечерний факультет Сибирского автомобильно-дорожного института (СибАДИ) по специальности «Промышленное и гражданское строительство» (ПГС). В 1968 г. начал работать в тресте №3 объединения «Омскстрой», осуществляющем в то время жилищное строительство в г. Омске, начальником производственно технического отдела, а с 1969 г. по октябрь 1973 г. главным инженером управления. С октября 1973 г. по настоящее время он трудится в СибАДИ, где прошел путь от преподавателя до заведующего кафедрой, профессора. До 1981 г. работал на кафедре «Организация и технология строительства» (ОТС), читал лекции по курсу «Технология строительного производства», вел курсовое и дипломное проектирование со студентами специальности ПГС.

В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию в Московском инженерно-строительном институте (МИСИ). В период 1978-1979 г.г. заведовал кафедрой ОТС, в 1980 г. ему присвоено ученое звание доцента по кафедре «Организация и технология строительства». С 1981 до начала 1985 г. работал старшим научным сотрудником на кафедре геодезии, где вел научно-исследовательские хозяйственные работы по важнейшей тематике с разработкой

нормативных документов по геодезическому обеспечению строительства тепловых и атомных станций с реактором ВВЭР- 1000. В 1984 году ему присвоено ученое звание «Старший научный сотрудник» по специальности «Геодезия». В 1985 г. избран по конкурсу заведующим кафедрой геодезии и до конца декабря 2007 работал в этой должности, а в настоящее время работает профессором этой кафедры. В 1990 г. ему присвоено ученое звание профессора по кафедре «Геодезия». Свою диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук защитил в Сибирской государственной геодезической академии. В 1985 г. на кафедре открыта аспирантура по специальности «Геодезия», а в 2003 году - по специальности «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия». На кафедре геодезии с 1988 г. по 2015 г. подготовлено двенадцать диссертаций: одна на соискание ученой степени доктора технических наук и одиннадцать – кандидата технических наук.

Ю.В. Столбов является руководителем научного направления по проблеме геодезического обеспечения и контроля качества строительства. Под его научным руководством в качестве научного руководителя и научного консультанта защищено десять кандидатских диссертаций (по специальностям 25.00.32 – 5, 05.23.11, 25.00.32 – 1, 05.23.08 – 1, 25.00.26 – 1, 25.00.34 -1, 05.23.11 - 1 и две диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности геодезия 25.00.32).

Результаты его исследований использованы при разработке государственных стандартов СССР и стран СЭВ «Системы обеспечения точности геометрических параметров в строительстве» (ГОСТ 21779-82 (Ст. СЭВ 2681-80). Технологические допуски; ГОСТ 23616-79 (Ст. СЭВ 4234-83). Общие правила контроля точности), трех всесоюзных нормативных актов по геодезическому обеспечению строительства и в проданной нашей страной в Венгерскую Республику в 1988 г. «Технологии геодезического обеспечения строительства, монтажа и эксплуатации атомных станции с реактором ВВЭР-1000». По итогам научно-исследовательских работ им опубликовано более 135 научных трудов, среди которых 5 книг и 2 монографии, три

ЮБИЛЕЙ

всесоюзных нормативно-технических документа, два учебных пособия для студентов вузов.

Ю.В. Столбов с 2004 по 2009 г. член диссертационного совета Д 212.250.01 на соискание ученой степени доктора наук в СибАДИ по специальностям: 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения», 05.23.08 – «Технология и организация строительства», 05.23.11 – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» и член регионального диссертационного совета ДМ 220.050.04 на соискание ученой степени доктора наук в ОмГАУ по специальностям: 25.00.26 – «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель». С 2010 года Ю.В. Столбов – член двух диссертационных советов: Д.212.250.01 в Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии по настоящее время и Д.212.251.04 в Сибирской государственной геодезической академии на соискание ученой степени докторов технических наук до 2014 г.

Он постоянно ведет большую общественную работу, принимает активное участие в жизни СибАДИ, города, области и страны. С 1988 г. по 1992 г. заместитель председателя Научно-Методического Совета по геодезии негеодезических вузов при УМО специальностей геодезии и картографии Госкомобразования СССР, член

Центрального Совета и председатель Омского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии Наук СССР (ВАГО при АН СССР),

С 2000 года сопредседатель секции геодезии негеодезических специальностей вузов России при УМО специальностей в области геодезии и фотограмметрии Федерального агентства образования России, действительный член (академик) Российской Академии Естественных Наук (РАЕН), член Омского отделения Русского географического общества.

Заслуги Ю.В. Столбова отмечены присуждением ему ВАГО при АН СССР в 1991 г. премии имени профессора Н. Д. Павлова, присвоением в 1994 г. почетного звания «Заслуженный работник геодезии и картографии РФ», награждением нагрудными знаками в 1998 г. «Почетный работник высшего образования России» и в 2001 г. «Почетный дорожник России», двумя медалями президиумом РАЕН, в 2005 году нагрудным знаком «Почетный работник СибАДИ».

Уважаемый Юрий Викторович, поздравляем Вас с днем рождения! Желаем крепкого здоровья, бодрости для творческих успехов, удачи!

С уважением, Ректорат, Редакционная коллегия научного рецензируемого журнала «Вестник СибАДИ», Коллектив ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

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 ВПО «СибАДИ» и авторами;

- **справку о статусе** / месте учебы (если автор является аспирантом).

Решение о принятии к публикации или отклонении рукописи принимается редколлегией.

Редакция направляет авторам статьи, требующих доработки, письмо с текстом замечаний. Доработанная статья должна быть представлена в редакцию не позднее **двух недель**. К доработанной статье должно быть приложено письмо от авторов, содержащее ответы на все замечания и указывающее все изменения, сделанные в статье.

К публикации в одном номере издания принимается не более одной статьи одного автора.

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: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. ФГБОУ ВПО «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>