

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ)»

ВЕСТНИК СИБАДИ

THE RUSSIAN AUTOMOBILE AND HIGHWAY INDUSTRY JOURNAL

**Том 15, № 6. 2018. Сквозной номер выпуска – 64
(Vol. 15, no. 6. 2018. Continuous issue – 64)**

Омск – 2018

Главный редактор **Жигадло А.П.**, д-р пед. наук, канд. техн. наук, доц., член-кор. АВН, ректор ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Editor-in-Chief, **Zhigadlo A.P.**, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Corresponding Member of Academy of Military Science, Rector of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Транспортное, горное и строительное машиностроение

Галдин Н.С., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Корытов М.С., д-р техн. наук, доц., проф. ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Транспорт

Певнев Н.Г., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Витвицкий Е.Е., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Строительство и архитектура

Сиротюк В.В., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Чулкова И.Л., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Информатика, вычислительная техника и управление

Чуканов С.Н., д-р тех. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Мещеряков В.А., д-техн. наук, доц., проф. ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Экономические науки

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

Хаирова С.М., д-р экон. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Корчагин П.А., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

Щербаков В.С., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

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

Винников Ю.Л., д-р техн. наук, проф., Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, г. Полтава, Украина

Горынин Г.Л., д-р физ.-мат. наук, проф., ФГБОУ ВО «СурГУХМАО-ЮГРЫ», г. Сургут, Россия

Данилов Б.Б., д-р техн. наук, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Жусупбеков А.Ж., д-р техн. наук, проф., член-кор. Национальной инженерной академии Республики Казахстан, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Карпов В.В., д-р экон. наук, проф., Омский филиал ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Омск, Россия

Макеев С.А., д-р техн. проф. наук ФГБОУ ВО «СибАДИ» г. Омск, Россия

Немировский Ю.В., д-р физ.-мат. наук, проф. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

Перебуд Я.А. д-р экон. наук, пров. Высшая школа экономики в Варшаве (SGH), г. Варшава, Польша

Подшивалов В.П., д-р техн. наук, проф., Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Пonomarev A.B., д-р техн. наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Хмара Л.А., д-р техн. наук, проф., Приднепровская государственная академия Строительства и Архитектуры, г. Днепрпетровск, Украина

EDITORIAL BOARD

Transport, mining and mechanical engineering

Galdin N.S., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Korytov N.S., Doctor of Science, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Transport

Pevnev N.G., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Vitvitskiy E.E., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Construction and architecture

Sirotyuk V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Chulkova I.L., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Informatics, Computer Science and Management

Chukanov S.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Meshcheryakov V.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Economics

Mochalin S.M., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Khairova S.M., Doctor of Economics, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

MAIN EDITORIAL BOARD

Korchagin P. A., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Shcherbakov V.S., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Václav Skala, Professor of University of West Bohemia, Plsen, Czech Republic

Vinnikov Yu. L., Doctor of Technical Sciences, Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk, Poltava, Ukraine

Gorynin G. L., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor of the "SurGUKMAO-Yugra", Surgut, Russia

Danilov B. B., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mining and Construction Geotechnics, Mining Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Zhusupbekov A.Zh., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, ENU named after N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

Karpov V.V., Doctor of Economics, Professor, Omsk Branch of the Federal State Educational Establishment of Finance of the Russian Federation "Financial University under the Government of the Russian Federation", Omsk, Russia

Makeev S.A., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Nemirovsky Yu.V., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor of the Federal State Budgetary Institution of Science "The Institute of Theoretical and Applied Mechanics named after S.A. Khristianovich" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Peregood Ya.A. Doctor of Economics, Professor, Higher School of Economics in Warsaw, Warsaw, Poland

Podshivalov V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, Belarusian National Technical University, Minsk, the Republic of Belarus

Ponomarev A. B., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Construction Production and Geotechnics, Perm National Research Technical University, Perm, Russia

Khmara L.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Pridneprovskaya State Academy of Construction and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine

Эдвин Козневски, д-р техн. наук, проф., г. Белосток, Польша
Боброва Т.В., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
Леонович С.Н., д-р техн. наук, проф., Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь
Гумаров Г.С., д-р техн. наук, проф., член-кор. Российской Академии Естествознания, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан
Шаршембиев Ж.С., д-р техн. наук, проф., Кыргызский Национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина, г. Бишкек, Киргизская Республика
Якунин Н.Н., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, Россия
Ефименко В.Н., д-р техн. наук, проф., Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия
Якунина Н.В., д-р техн. наук, доц., проф., ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, Россия
Куршакова Н.Б., д-р экон. наук, проф., ОмГУПС (ОМИИТ), г. Омск, Россия
Корнеев С.В., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «ОмГТУ», г. Омск, Россия
Миллер А.Е., д-р экон. наук, проф., ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского», г. Омск, Россия
Романенко Е.В., канд. экон. наук, доц., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
Хомченко В.Г., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «ОмГТУ», г. Омск, Россия
Боровик В.С., д-р техн. наук, проф., Волгоградский научно-технический центр, г. Волгоград, Россия
Коротаев Д.Н., д-р техн. наук, доц., проф. ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
Лесовик В.С., д-р техн. наук, проф., член-кор. РААСН, БГТУ им. Шухова, г. Белгород, Россия
Савельев С.В., д-р техн. наук, доц., проф. ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
Корягин М.Е., д-р техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск, Россия
Рассоха В.И., д-р техн. наук, доц., проф., ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, Россия
Кондратенко А.С., канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)», ИГД СО РАН, г. Новосибирск, Россия
Маткеримов Т.Ы., д-р техн. наук, проф., КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, Киргизская Республика
Курганов В.М., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Россия
Матвеев С.А., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
Зырянов В. В. д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Организация перевозок и дорожного движения» Донского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону.
Трофименко Ю.В. д-р техн. наук, проф., Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) г. Москва, Россия
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф., Директор Политехнического института имени Н.Н. Поликарпова ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» г. Орел, Россия

Edwin Koźniewski, Doctor of Technical Sciences, Professor, Białystok, Poland
Bobrova T.V., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia
Leonovich S.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus
Gumarov G.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Member-cor. of the Russian Academy of Natural History, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, Republic of Kazakhstan
Sharshembiev Zh.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyz Republic
Yakunin N.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Orenburg State University, Orenburg, Russia
Efimenko V.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia
Yakunina N.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Orenburg State University, Orenburg, Russia
Kurshakova N.B., Doctor of Economics, Professor, OmGUPS (OmiIT), Omsk, Russia
Korneev S.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
Miller A.E., Doctor of Economics, Professor, Omsk State University named after F.M. Dostoevsky, Omsk, Russia
Romanenko E.V., Candidate of Economics, Associate Professor, the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia
Khomchenko V.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
Borovik V.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd Science and Technology Center, Volgograd, Russia
Korotaev D.N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia
Lesovik V.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Member-cor. of RAASN, BSTU named after Shukhov, Belgorod, Russia
Saveliev S.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia
Koryagin M.E., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Siberian State Transport University, Novosibirsk, Russia
Rassokha V.I., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Orenburg State University, Orenburg, Russia
Kondratenko A.S., Candidate of Technical Sciences, Siberian State University of Railway Transport (SGUPS), IGD SB RAS, Novosibirsk, Russia
Matkerimov T.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, KSTU named after I. Razzakova, Bishkek, Kyrgyz Republic
Kurganov V.M., Doctor of Technical Sciences, Professor, Tver State University, Tver, Russia
Matveev S.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia
Zyryanov Vladimir V. Doctor of Technical Sciences, Professor, Don State Technical University, Rostov-na-Donu
Trofimenko Yu. V. Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) Moscow, Russia
Novikov A. N. Doctor of Technical Sciences, Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

Адрес издателя: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. Тел. +7 (3812) 68-88-30; режим доступа: vestnik.sibadi.org; e-mail: vestnik_sibadi@sibadi.org

Учредитель ФГБОУ ВО «СибАДИ». Адрес учредителя: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5.

Уведомление о выдаче выписки из реестра зарегистрированных СМИ ПИ № ФС77-70364 от 13 июля 2017 ПИ № ФС 77-73591 от 31.08. 2018 года выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Научный рецензируемый журнал Вестник СибАДИ / The Russian Automobile and Highway Industry Journal входит в перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК решением президиума ВАК от 25.02.2011 г.; с 01.12.2015 г. включен в новый список в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 25 июля 2014 г. № 793. С 2009 года представлен в научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU и включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory. Подписной индекс 66000 в каталоге (АО Агентства "РОСПЕЧАТЬ"). С 2017 г. всем номерам и статьям журнала присваиваются идентификаторы цифровых объектов (DOI), данные о которых размещены в электронной версии на сайте vestnik.sibadi.org. Редакционный блок осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат.

Подписано в печать 21.12.2018. Дата выхода в свет 28.12.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial. Печать оперативная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 27,25 Тираж 500 экз. Заказ 500 экземпляров. Свободная цена. Отпечатано в типографии ИПК ФГБОУ ВО «СибАДИ» 644080, г. Омск, пр. Мира. 5.

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2018

РАЗДЕЛ I. ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

С.Д. Игнатов, С.И. Цехош

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ УРАВНЕНИЙ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ КОММУНАЛЬНОЙ МАШИНЫ С ПАРАЛЛЕЛОГРАММНОЙ
ПОДВЕСКОЙ ЩЕТОЧНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА 834

С.В. Савельев, В.В. Дубков, М.К. Шушубаева, В.Б. Пермьяков

ОСЦИЛЛЯТОРНЫЙ ВАЛЕЦ ДОРОЖНОГО КАТКА С ДВОЙНОЙ ОБЕЧАЙКОЙ..... 844

Р.Ф. Салихов, В.В. Акимов, А.Ф. Мишуров, Г.Н. Мусагитова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ 854

В.Н. Сорокин, И.Ю. Ефимов

ОПОРА ДЛЯ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ 866

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

С.А. Корнилович, Б.С. Трофимов

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ, СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ 878

Э.С. Темнов

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК РАЗРАБОТКИ ТРАНСПОРТНЫХ СТРАТЕГИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА) 886

Ю.В. Трофименко, В.А. Гинзбург, В.И. Комков, В.М. Лытов

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПАРКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
ПО ВИДУ ТОПЛИВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ КЛАССУ
НА ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ 898

РАЗДЕЛ III. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Д.В. Абрамкина, К.М. Агаханова

ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ
НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ..... 912

Ю.В. Краснощеков

О БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ
С ПЛИТНЫМИ ПРОЛЕТНЫМИ СТРОЕНИЯМИ 922

РАЗДЕЛ IV. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

В.В. Алещенко, И.А. Эйхлер

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПО ПРОИЗВОДСТВУ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ 934

А.А. Гибадуллин, Ю.В. Ерыгин, С.И. Борталевич

**ОЦЕНКА ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 946**

Е.П. Задворнева, А.В. Зинич, О.С. Евдохина

**ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ МЕГАПОЛИСА:
ОСОБЕННОСТИ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ 956**

А.А. Кораблева, А.Г. Бреусова

**МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ
СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА 968**

С.М. Хаурова, В.А. Ковалев, Б.Г. Хаиров

**МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКИ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ,
РЕАЛИЗУЮЩИХ ПРОГРАММЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ 982**

PART I. TRANSPORT, MINING AND MECHANICAL ENGINEERING

S.D. Ignatov, S.I. Tsekhosh

**EXPERIMENTAL CONFIRMATION OF EQUATIONS' ADEQUACY OF GEOMETRIC
CONNECTIONS IN THE MUNICIPAL MACHINE WITH THE BRUSH WORKING BODY
PARALLELOGRAPHIC SUSPENSION 835**

S.V. Saveliev, V.V. Dubkov, M.K. Shushubaeva, V.B. Permyakov

OSCILLATORY ROLL OF THE ROAD ROLLER WITH A DOUBLE SIDE PLATE 845

R.F. Salikhov, V.V. Akimov, A.F. Mishurov, G.N. Musagitova

**TECHNOLOGY IMPROVEMENT OF PLAIN BEARINGS' TECHNICAL CONTROL
IN CONSTRUCTION MACHINERY AND EQUIPMENT 855**

V.N. Sorokin, I.Y. Efimov

SUPPORT FOR VIBRATION ISOLATION OF THE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT 867

PART II. TRANSPORT

S.A. Kornilovich, B.S. Trofimov

**PRECISION, STABILITY ANALYSIS OF THE CRANKSHAFT GRINDING
TECHNOLOGICAL PROCESS 879**

E.S. Temnov

**METHODOLOGIES' APPLICATION FOR THE DEVELOPMENT
OF TRANSPORT STRATEGY (URBAN PASSENGER TRANSPORT) 887**

Yu.V. Trofimenko, V.A. Ginzburg, V.I. Komkov, V.M. Lytov

**INFLUENCE OF THE MOTOR VEHICLE PARKING STRUCTURE BY FUEL TYPE
AND ECOLOGICAL CLASS ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS 899**

PART III. CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

D.V. Abramkina, K.M. Agakhanova

INFLUENCE OF NATURAL AIR EXCHANGE ON THE CONCENTRATION OF SUSPENDED PARTICLES	913
--	------------

Y.V. Krasnoshchekov

SAFETY OF REINFORCED CONCRETE BRIDGES WITH SPANS STRUCTURES	923
--	------------

PART IV. ECONOMICS

V.V. Aleshchenko, I. A. Eychler

RAW RESOURCES' FORMATION RESEARCH IN THE BUSINESS PROCESS OF RUBBER PRODUCTION	935
---	------------

A.A. Gibadullin, Y.V. Yerygin, S.I. Bortalevich

EXPORT POTENTIAL EVALUATION OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY IN THE RUSSIAN FEDERATION	947
---	------------

E.P. Zadvorneva, A.V. Zinich, O. S. Evdokhina

INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURE FORMATION OF THE AGRO-FOOD MARKET IN THE METROPOLIS SUBURBAN AREAS: CHARACTERISTICS, DEVELOPMENT DIRECTIONS	957
---	------------

A.A. Korableva, A.G. Breusova

REGIONAL INTERACTION MODEL AS AN INSTRUMENT FOR STRATEGIC MANAGEMENT OF THE REGION ECONOMIC SECURITY	969
---	------------

S.M. Khairova, V.A. Kovalev, B.G. Khairov

METHODOLOGY OF THE ANALYTICAL SUBSTANTIATION OF STATE FINANCIAL SUPPORT NECESSITY TO THE MANUFACTURERS IMPLEMENTED IMPORT REPLACEMENT PROGRAMS	983
---	------------

**РАЗДЕЛ I.
ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ
И СТРОИТЕЛЬНОЕ
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 625.768.1: 621.22: 62-25

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ УРАВНЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ КОММУНАЛЬНОЙ МАШИНЫ С ПАРАЛЛЕЛОГРАММНОЙ ПОДВЕСКОЙ ЩЕТОЧНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

С.Д. Игнатов, С.И. Цехош*
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
* tsehosh.lyubov@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье рассматривается вопрос повышения эффективности коммунальной машины, отмечено влияние величины прижимной силы щеточного рабочего органа к обрабатываемой поверхности на износ щетки и, как следствие, на качество уборки дорожного полотна.

Методы и материалы. Представлены результаты исследования процесса изменения вертикальной координаты щеточного рабочего органа коммунальной машины в зависимости от перемещения штока гидроцилиндра привода. Проведен анализ существующих типов подвесок щеточного рабочего органа, в результате которого установлен факт наиболее частого использования трехточечной и параллелограммной подвесок, схемы которых приведены в статье.

Результаты. Представлены уравнения геометрических связей элементов коммунальной машины, которые могут быть использованы при составлении математической модели рабочего процесса. Составлена кинематическая схема коммунальной машины с подвеской щеточного рабочего органа с учетом таких параметров, как длины плеч рычагов, вертикальное перемещение шарниров, ход штока, углы поворотов рычагов, расстояния между шарнирами. Подробно описаны методики и ход эксперимента по определению зависимости перемещения щеточного рабочего органа от перемещения штока гидроцилиндра привода. Представлены фотографии отдельных фрагментов экспериментальных исследований.

Заключение. На основании полученных данных построен график экспериментальной и теоретической зависимостей перемещения щеточного рабочего органа от перемещения штока гидроцилиндра привода. Анализ полученных графиков подтвердил адекватность уравнений геометрических связей, что позволяет использовать эти уравнения при составлении математической модели процесса управления положением щеточного рабочего органа, а также для определения оптимального значения прижимной силы щеточного рабочего органа к обрабатываемой поверхности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: параллелограммная подвеска, уравнения геометрических связей, коммунальная машина, щеточный рабочий орган, перемещения штока гидроцилиндра привода.

© С.Д. Игнатов, С.И. Цехош



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

EXPERIMENTAL CONFIRMATION OF EQUATIONS' ADEQUACY OF GEOMETRIC CONNECTIONS IN THE MUNICIPAL MACHINE WITH THE BRUSH WORKING BODY PARALLELOGRAPHIC SUSPENSION

S.D. Ignatov, S.I. Tsekhosh*,

Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia

* tsekhosh.lyubov@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The authors arise the question of increasing the efficiency of the municipal machine. Moreover, the influence of the clamping force of the brush body on the surface and on the brush deterioration and, as a consequence, on the quality of the roadway cleaning is highlighted in the article.

Methods and materials. The results of the changing process of the brushing tool vertical coordinate in the municipal machine were presented, depending on the displacement of the hydraulic cylinder rod. The analysis of the existing types of the brushing working body suspension was carried out. As a result of such analysis, the authors established the most frequent usage of the three-point and parallelogram suspensions, the schemes of which were also presented in the article.

Results. The equations of geometrical connections of the municipal machine elements, which could be used in mathematical model, are presented. In addition, the kinematic diagram of the municipal machine with the brush working body suspension is drawn up. Therefore, the presented model takes into account such parameters as the length of the levers' arms, the linear movements of the hinges, the rod stroke, the levers' angles and the distances between the hinges. The methods and the course of the experiment for determining the displacement dependence of the brush body from the displacement of the hydraulic cylinder rod are described. The authors also present the photographs of the experimental research fragments.

Discussion and conclusions. On the basis of the obtained data, the authors construct the experimental and theoretical dependences' graph of the brush body displacement and the actuator hydraulic cylinder rod displacement. The analysis of such graphs confirms the adequacy of the geometric constraint equations and also proves that these equations could be used in the mathematical model of the position controlling process of the brush operating body and also for determination the optimum value of the brush working element clamping force to the surface.

KEYWORDS: parallelogram suspension, equations of geometric constraints, municipal machine, brushwork element, displacement of the actuator cylinder rod.

© S.D. Ignatov, S.I. Tsekhosh



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большое внимание уделяется проблемам дорожно-уборочных работ. Во множестве городов нашей страны возводится огромное количество многоквартирных домов и жилых массивов, в связи с этим создается большое количество дворовых зон, проезжих частей, поэтому вопрос о качестве содержания дорог является актуальным.

Помимо применения ручного труда главным является использование уборочных коммунальных машин, оснащенных щётчным рабочим органом (ЩРО), от технического состояния которого зависит эффективность уборки.

Из множества факторов, влияющих на процесс уборки дорожного покрытия, можно выделить неровности микрорельефа, так как именно они вызывают неуправляемые перемещения ЩРО в вертикальной плоскости. При контакте щетки с препятствием (возвышенностью) износ ворса из-за повышенных сил трения о дорожное полотно увеличивается, при отрицательном изменении вертикальной координаты полотна – наоборот, отсутствует контакт щетки с полотном и, как следствие, происходит снижение качества уборки. В связи с этим необходимо обеспечить постоянный прижим ЩРО к обрабатываемой поверхности.

Помимо микрорельефа на качество уборки дорожной поверхности влияет износ щетки, который чаще всего является неравномерным по длине ЩРО. На износ щеточного ворса, а также на качество уборки поверхности оказывает прижимная сила, которая может регулироваться гидроприводом.

Для анализа рабочего процесса коммунальной машины необходимо составить уравнения геометрических связей, которые войдут в укрупненную математическую модель рабочего процесса.

Для этого необходимо:

1. Проанализировать типы подвесок ЩРО.
2. Определить геометрические параметры элементов подвески ЩРО.
3. Разработать кинематическую схему подвески ЩРО.
4. Составить уравнения геометрических связей подвески ЩРО.
5. Провести сравнительный анализ экспериментальных и теоретических результатов, подтвердить адекватность полученных уравнений.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для составления уравнений геометрических связей были рассмотрены основные типы подвесок (рисунок 1). Существует несколько типов подвесок, из них наибольшее применение получили трехточечная и параллелограммная. В данных типах подвесок подъем и опускание ЩРО осуществляется гидроцилиндром навесной системы трактора [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Трехточечная подвеска изменяет угол наклона рабочего органа и не обеспечивает параллельного подъема щетки и опорных катков (рисунок 1, а). Но этот недостаток можно устранить, если убрать опорные катки. Конструкция при этом становится менее металлоёмкой. На тракторах типа МТЗ на сегодняшний день используется параллелограммная подвеска с опорными катками (рисунок 1, б). Этот тип подвески помимо повышенной жёсткости и прочности обеспечивает параллельный подъем–опускание ЩРО.

Для составления уравнений геометрических связей элементов коммунальной машины была составлена кинематическая схема с параллелограммной подвеской ЩРО (рисунок 2).

В результате анализа кинематической схемы (см. рисунок 2) были составлены уравнения геометрических связей (формулы (1) – (6)) при следующих принятых допущениях:

1. Рассматривается приближенная геометрия подвески РО.
2. Рассматривается изменение вертикальной координаты средней части ЩРО ($Y_{щ.общ.}$).
3. Угол захвата ЩРО в расчетах не учитывается.
4. Машина представлена упрощенно в виде многозвенника, отражающего раму машины, ходовое оборудование, подвеску рабочего органа, ЩРО.
5. Звенья многозвенника абсолютно жесткие.
6. Элементы ходового оборудования от опорной поверхности не отрываются.

$$Y_1 = h_{шт} \left(\frac{b}{a} \right); \quad (1)$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 \cdot \frac{b}{v}; \quad (2)$$

$$\varphi_1 = \frac{h_{шт}}{a \cdot \cos \alpha}; \quad (3)$$

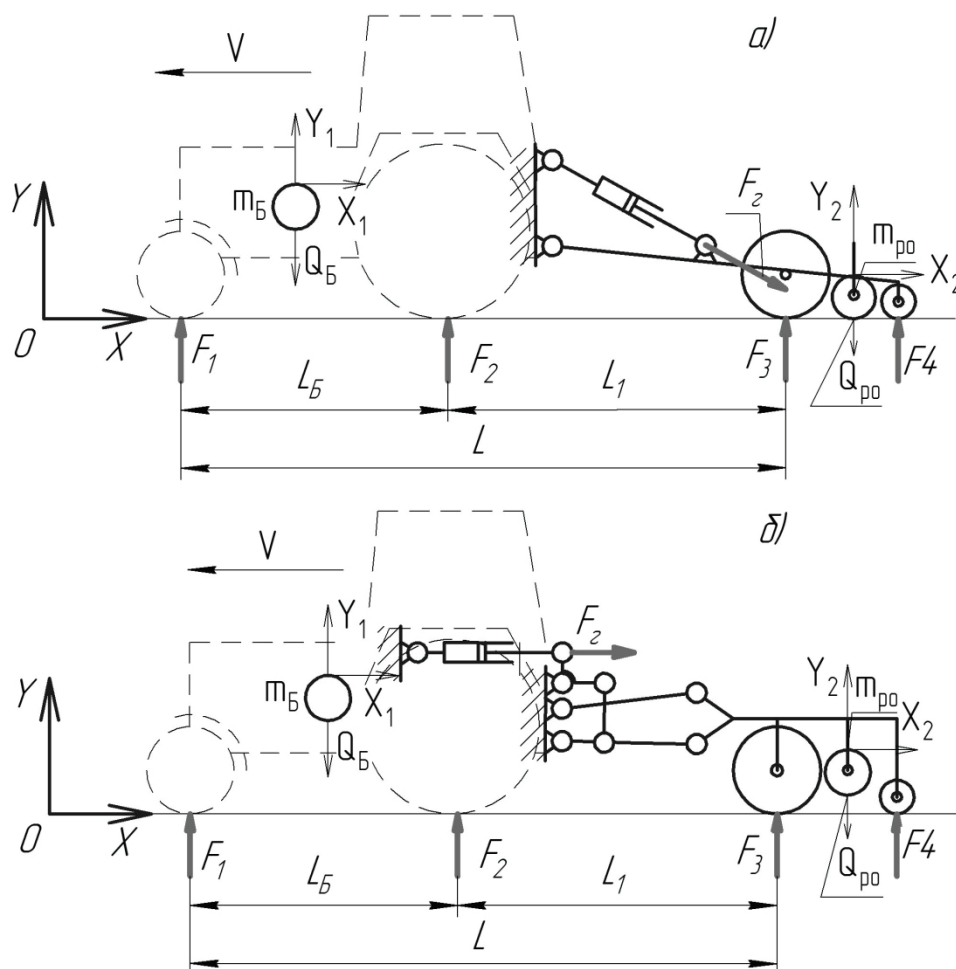


Рисунок 1 – Виды подвесок щётчного рабочего органа на базе трактора МТЗ–82.1 с опорными катками:

а – с трехточечной подвеской; б – с параллелограммной подвеской;

L – расстояние от переднего колеса до рабочего органа; L_1 – расстояние от заднего колеса до рабочего органа;

$L_б$ – расстояние между передним и задним колесом машины; $Q_б$ – вес трактора; $Q_{по}$ – вес рабочего оборудования;

$m_б$ – масса базы, $m_{по}$ – масса рабочего оборудования; F_2 – усилие гидроцилиндра; F_1 ;

F_2 – реакции дорожного полотна на ходовое оборудование; V – вектор скорости;

F_3 – реакция поверхности на рабочее оборудование; X_1, Y_1 – координаты центра тяжести базовой машины, X_2 ;

Y_2 – координаты центра тяжести рабочего оборудования

Figure 1 – Types of the brush body suspensions on the base of the MTZ-82.1 tractors with track rollers:

a – with a three-point suspension; b – with a parallelogram suspension; L – distance from the front wheel to the working body;

L_1 – distance from the rear wheel to the working body, $L_б$ – distance between the front and rear wheels of the machine;

$Q_б$ – tractor's weight; $Q_{по}$ – working equipment weight; $m_б$ – base weight; F_2 – hydraulic cylinder force;

F_1, F_2 – roadway reaction to the running equipment; V – velocity vector; F_3 – surface reaction to the working equipment;

X_1, Y_1 – coordinates of the gravity center on the base machine;

X_2, Y_2 – coordinates of the gravity center on the working equipment

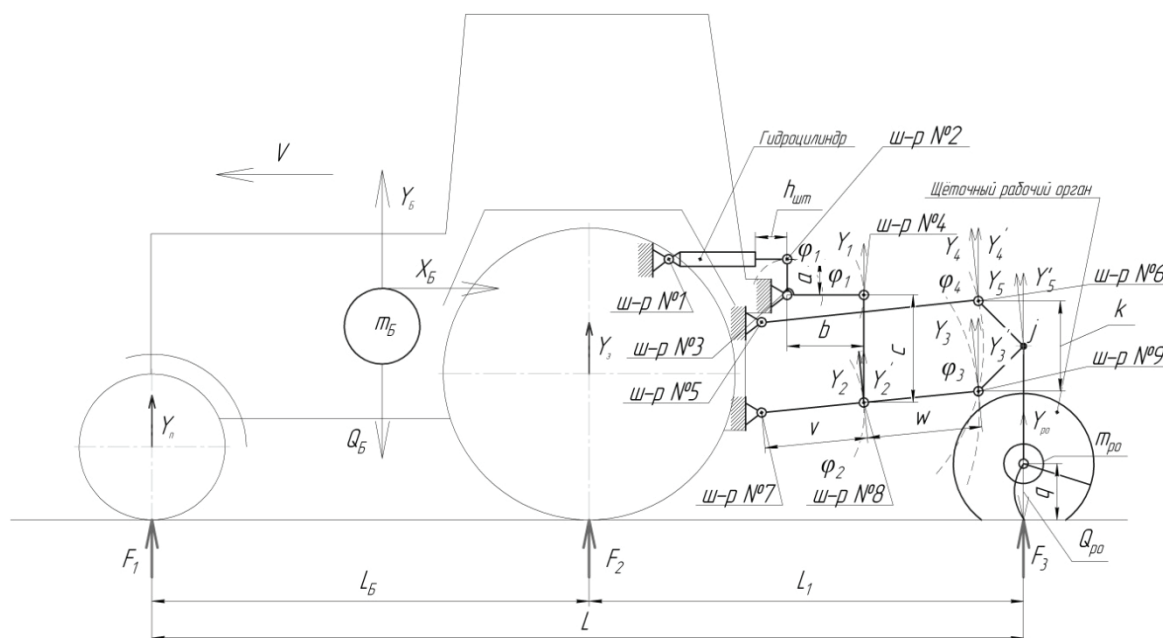


Рисунок 2 – Кинематическая схема коммунальной машины с параллелограммной подвеской щеточного рабочего органа:

Y_1 – вертикальное перемещение шарнира № 4; Y_{po} – вертикальное перемещение рабочего органа;
 Y_n – вертикальное перемещение переднего ходового оборудования;
 Y_3 – вертикальное перемещение заднего ходового оборудования; Y_2 – вертикальное перемещение шарнира № 2;
 Y_2 – проекция вертикального перемещения шарнира № 2 на ось координат;
 Y_3 – вертикальное перемещение шарнира № 3;
 Y_3 – проекция вертикального перемещения шарнира № 3 на ось координат;
 Y_4 – вертикальное перемещение шарнира № 6;
 Y_4 – проекция вертикального перемещения шарнира № 6 на ось координат;
 X_B, Y_B – координата центра тяжести трактора; – угол поворота верхнего рычага; – угол поворота нижнего рычага;
 $h_{шт}$ – ход штока; b – длина плеча рычага; a – длина плеча рычага; c – длина вертикальной тяги;
 q – расстояние от оси щётки до очищаемой поверхности;
 k – расстояние между шарниром № 5 и шарниром № 3;
 v – расстояние между шарниром № 7 и шарниром № 8; w – расстояние между шарниром № 8 и шарниром № 9;
 α – угловое перемещение шарнира № 8

Figure 2 – Kinematic diagram of the municipal machine with parallelogram suspension of the brush working body

Y_1 – vertical movement of No. 4 hinge; Y_{p0} – vertical movement of the working element;
 Y_n – vertical movement of the forward running equipment; Y_3 – vertical movement of the back running equipment;
 Y_2 – vertical movement of No. 2 hinge; Y_2 – projection of the vertical movement of the hinge No. 2 on the coordinate axis; Y_3 – vertical movement of No. 3 hinge; Y_3 – the projection of the vertical movement of the hinge No. 3 on the coordinate axis; Y_4 – vertical movement of No. 6 hinge; Y_4 – the projection of the vertical movement of hinge No. 6 on the coordinate axis;
 X_{Br} , Y_B – coordinate of the tractor center gravity; φ_1 , φ_4 – angles of the upper lever rotation;
 φ_2 , φ_3 – angles of the lower lever rotation; h_{sh} – stroke of the rod; b – arm length; a – length of the lever arm;
 c – length of the vertical thrust; q – distance from the brush axis to the surface;
 k – distance between No. 5 hinge and No. 3 hinge; v – distance between No. 7 hinge and No. 8 hinge;
 w – distance between No. 8 hinge and No. 9 hinge; α – angular movement of No. 8 hinge.

$$\varphi_3 = \left(\frac{h_{\text{шт}}}{a} \cdot \frac{b}{v} \right); \quad (4)$$

$$Y_4 = \varphi_3(v + \omega); \quad (5)$$

$$Y_{po} = Y_4 = \left(\frac{h_{\text{шт}}}{a \cdot \cos \alpha} \cdot (v + \omega) \right). \quad (6)$$

Для подтверждения адекватности полученных уравнений геометрических связей был

проведён эксперимент [12,13,14,15,16,17,18,19,20,21]. Объектом эксперимента являлась коммунальная машина на базе трактора МТЗ–82.1. На рисунке 3 представлена экспериментальная площадка.

Перед началом эксперимента были сняты опорные катки с щётки трактора МТЗ-82.1. Рассматривалась зависимость вертикального перемещения ЩРО от хода штока гидроцилиндра подъема-опускания ЩРО. На штоке гидроцилиндра была сделана отметка, отно-

сительно которой были зафиксированы контрольные точки. На ось щетки был прикреплен репер, который перемещался на фоне разлинованного планшета. В процессе эксперимента рабочий орган опускался на фоне планшета, при этом фиксировался ход штока гидроцилиндра.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При опускании ЩРО фиксировалось перемещение штока гидроцилиндра в диапазоне 115 мм – 200 мм. Величины перемещений правой и левой стороны ЩРО отличаются, так как щётка устанавливается с определенным углом захвата. Результаты эксперимента сведены в таблицу.

Таблица
РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЩЕТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШТОКА
ГИДРОЦИЛИНДРА ПРИВОДА

Table
RESULTS OF THE BRUSH DISPLACEMENT DEPENDING ON THE DISPLACEMENT
OF THE HYDRAULIC CYLINDER ROD

Перемещение штока, $h_{шт}$, мм	Вертикальное перемещение щетки справа, $Y_{щп}$, мм	Вертикальное перемещение щетки слева, $Y_{щл}$, мм	Вертикальное перемещение щетки общее, $Y_{щ, общ}$, мм
115	700	635	667,5
125	600	585	592,5
135	490	525	507,5
150	400	475	437,5
165	300	415	357,5
180	200	350	300,0
200	180	270	225,0



Рисунок 3 – Экспериментальная площадка:
а – регистрация данных перемещения щеточного рабочего органа на фоне планшета;
б – расположение гидроцилиндра привода рабочего оборудования;
в – измерение перемещения штока гидроцилиндра

Figure 3 – Experimental platform: a - registration of the data of the brush body movement on the the tablet background; б – arrangement of the hydraulic cylinder of the working equipment, в – measurement of the hydraulic cylinder rod displacement

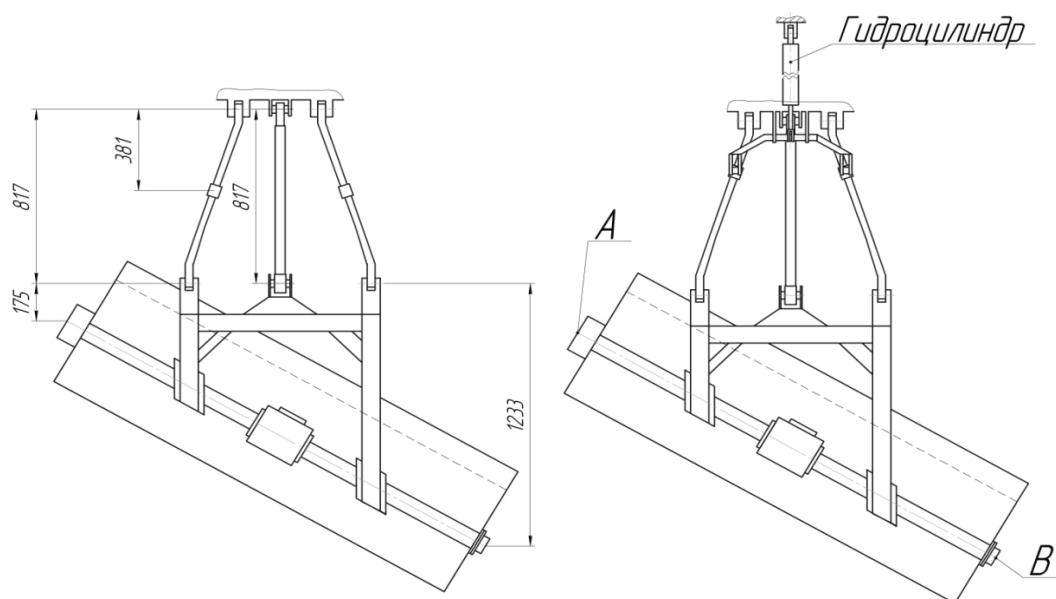


Рисунок 4 – Геометрические параметры элементов подвески
щётчного рабочего органа,
A, B – точки, перемещения которых измерялись и рассчитывались

Figure 4 – Geometrical parameters of the brush body suspension elements
A, B – measured and calculated displacement points

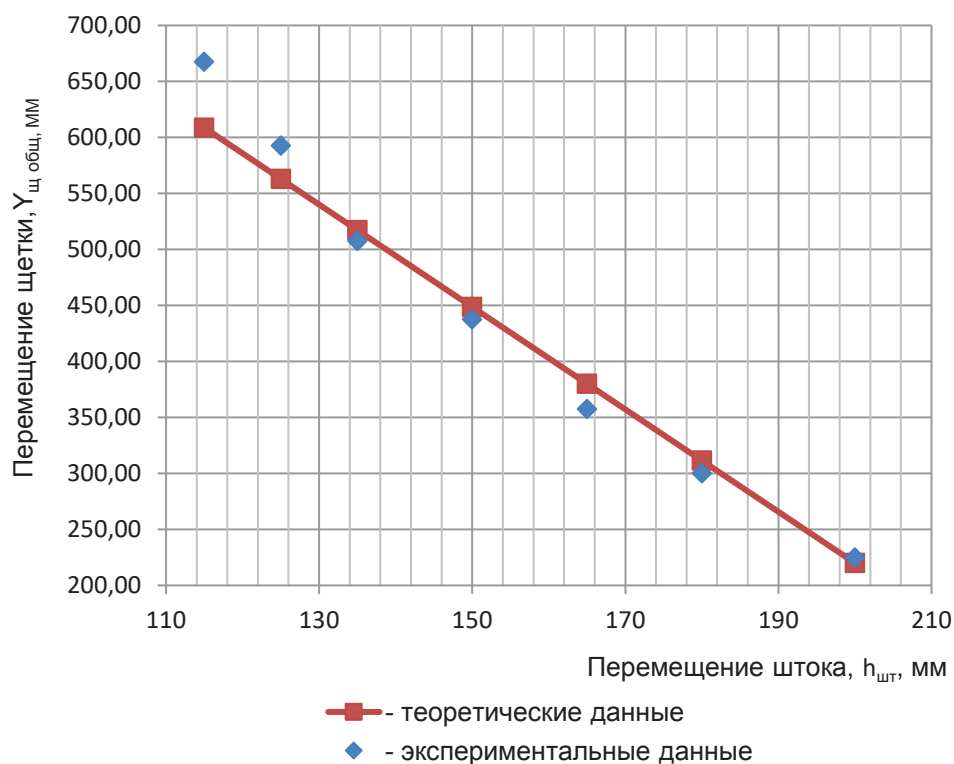


Рисунок 5 – Экспериментальная и теоретическая зависимости перемещения щетки
от перемещения штока гидроцилиндра привода

Figure 5 – Experimental and theoretical dependences of the brush displacement from
the hydraulic cylinder rod displacement

Для подтверждения адекватности уравнений геометрических связей проводилось измерение геометрических параметров элементов подвески ЩРО коммунальной машины на базе трактора МТЗ–82.1 (рисунок 4).

В результате обработки полученных экспериментальных данных был построен график экспериментальной и теоретической зависимости (уравнение 6), вертикального перемещения щетки от перемещения штока гидроцилиндра (рисунок 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сравнения экспериментальных и теоретических данных, полученных в результате анализа уравнений геометрических связей, установлено, что расхождение между ними составило менее 9%. Это позволяет утверждать, что полученные уравнения, связывающие перемещения штока гидроцилиндра и ЩРО, адекватны.

Составленные уравнения геометрических связей позволят в дальнейшем разработать математическую модель процесса управления положением ЩРО, которая может быть использована для определения оптимального значения прижимной силы ЩРО к обрабатываемой поверхности. Это обеспечит равномерный износ щеточного ворса рабочего органа и повысит качество уборки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щербаков В.С., Беляев Н.В., Беляев В.В. Система автоматизации эскизного проектирования автогрейдера: монография. Омск: СибАДИ, 2009. 133 с.
2. Щербаков В.С., Беляев Н.В., Скуба П.Ю., Автоматизация проектирования планировочных машин на базе колесных тракторов: монография. Омск: СибАДИ, 2013. 125 с.
3. Лазута И.В. Система автоматизации моделирования бульдозерного агрегата // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. № 8. С. 72.
4. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. М.: Машиностроение, 1994. 432 с.
5. Васильев А.А. Дорожные машины. М.: Машиностроение, 1987. 416 с.
6. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины и комплексы. М. Омск, 2001. 528 с.
7. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. М.: Машиностроение, 1977. 288 с.
8. Кошелев Ю.В., Согин А.В., Соколов Д.А., Шаров Д.В. Методика определения сил сопро-

тивления движению отвала снегоуборочной техники // Фундаментальные исследования. 2014. № 8–5. С. 1048–1052 .

9. Кокорин А.В., Сухарев Р.Ю. Математическая модель процесса управления рабочим органом дорожной фрезы // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. № 10.С. 147 .

10. Лазута И.В., Лазута Е. Ф. Динамическая модель бульдозера с полужесткой подвеской // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2015. № 1. С.41 .

11. Хмара Л.А. Научное сопровождение строительных и дорожных машин: исследование, расчет, создание, выбор, использование // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2015. № 7–8. С .209 .

12. Радченко С.Г. Многофакторные планы экспериментов для совместного проведения оптимизации и моделирования // Математические машины и системы. 2013. № 3.С. 124 .

13. Адлер Ю.П.,Маркова Е.В. ,Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / М.: Наука, 1971. 247 с.

14. Крупин А.Е., Зуйков Д.В. Отсевивание факторов при планировании эксперимента // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического университета. 2014. № 4.С. 62 .

15. Лапач С.Н., Радченко С.Г. Основные проблемы построения регрессионных моделей // Математические машины и системы. 2012. № 4.С. 125 .

16. Налимов В.В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971. 260 с.

17. Лапач С.Н. Планирование в пассивном эксперименте // Математические машины и системы. 2013. № 4. 156 С.

18. Паненко В.В. Математические методы планирования эксперимента: сборник трудов / В.В. Паненко. Новосибирск: Наука, 1981. 257 с.

19. Попов С.А. Повышение точности оценивания на основе планирования эксперимента // Вестник Новгородского государственного университета. 2016. № 4.С. 53 .

20. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: методы обработки данных. М.: Мир, 1980. 595 с.

21. Панфилов Г.В., Недошивин С.В., Калинин С.С. Планирование и первичная обработка результатов статического машинного эксперимента на основе множественного корреляционно-регрессионного анализа

// Известия ТулГУ. Технические науки. 2014.

№ 7. С. 20.

REFERENCES

1. Shcherbakov V.S., Belyayev N.V., Belyayev V.V. Sistema avtomatizatsii eskiznogo proyektirovaniya avtogreydera [Automated design sketch automation system]. Omsk, SibADI, 2009. 133 p. (in Russian)

2. Shcherbakov V.S., Belyayev N.V., Skuba P.YU. Avtomatizatsiya proyektirovaniya planirovochnykh mashin na baze kolesnykh traktorov [Automation of planning machines based on wheeled tractors]. Omsk, SibADI, 2013. 125 p. (in Russian)

3. Lazuta I.V. Sistema avtomatizatsii modelirovaniya buldozernogo agregata [Automation system for the dozer unit modeling]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2009, no 8, pp. 72. (in Russian)

4. Balovnev V.I. Modelirovaniye protsessov vzaimodeystviya so sredoy rabochikh organov dorozhno-stroitelnykh mashin [Design of processes of co-operating with the environment of the trailbuilders' working organs]. Moscow, Engineer, 1994. 432 p. (in Russian)

5. Vasilyev A.A. Dorozhnyye mashiny [Travelling machines]. Moscow, Engineer, 1987. 416 p. (in Russian)

6. Balovnev V.I. Dorozhno-stroitelnyye mashiny i komplekсы [Trailbuilders and complexes]. Omsk, 2001. 528 p. (in Russian)

7. Fedorov D.I. Rabochiye organy zemleroynykh mashin [Working organs of earthmovers]. Moscow, Engineer, 1977. 288 p. (in Russian)

8. Koshelev YU.V., Sogin A.V., Sokolov D.A., SHarov D.V., Metodika opredeleniya sil soprotivleniya dvizheniyu otvala snegouborochnoy tekhniki [Method of determining the forces of resistance to the movement of the snowplow blade]. Fundamental'nye issledovaniya, 2014, no 8-5, pp.1048-1052. (in Russian)

9. Kokorin A.V., Suharev R.YU. Matematicheskaya model processa upravleniya rabochim organom dorozhnoy frezy [Mathematical model of the management process of the road mill working body]. Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2009, no10, pp. 147. (in Russian)

10. Lazuta I.V., Lazuta E.F. Dinamicheskaya model buldozera s poluzhestkoj podveskoj [Dynamic semi-stiffer bulldozer model]. Vestnik SibADI, 2015, no1, pp. 41. (in Russian)

11. Hmara L.A. Nauchnoe soprovozhdenie stroitel'nyh i dorozhnyh mashin: issledovanie, raschet, sozдание, vybor, ispol'zovanie [Scientific support of construction and road machines: research, calculation, creation, selection, usage]. Vestnik Pridneprovskoy gosudarstvennoy akademii stroitel'stva i arhitektury, 2015, no 7-8, pp. 209. (in Russian)

12. Radchenko S.G. Mnogofaktornyye planyy eksperimentov dlya sovmestnogo provedeniya optimizatsii i modelirovaniya [Multifactorial plans for experiments on joint optimization and modeling]. Matematicheskie mashiny i sistemy, 2013, no 3, pp. 124. (in Russian)

13. Adler YU.P., Markova E.V., Granovskiy YU.V. Planirovaniye eksperimenta pri poiske optimalnykh usloviy [Planning an experiment by searching for optimal conditions]. Moscow, Nauka, 1971. 247 p. (in Russian)

14. Krupin A.E., Zuykov D.V. Otseivaniye faktorov pri planirovanii eksperimenta [Screening factors by planning an experiment]. Vestnik Nizhegorodskij gosudarstvennyj inzhenerno-ehkonomicheskij universitet, 2014, no 4, pp. 62. (in Russian)

15. Lapach S.N., Radchenko S.G. Osnovnyye problemy postroeniya regressiionnykh modeley [Main problems of building regression models]. Matematicheskie mashiny i sistemy, 2012, no 4, pp. 125. (in Russian)

16. Nalimov V.V. Teoriya eksperimenta [Theory of experiment]. Moscow, Nauka, 1971. 260 p. (in Russian)

17. Lapach S.N. Planirovanie v passivnom eksperimente [Planning in a passive experiment]. Matematicheskie mashiny i sistemy, 2013, no 4, pp. 156. (in Russian)

18. Panenko V.V. Matematicheskiye metody planirovaniya eksperimenta [Mathematical methods of experiment planning]. Novosibirsk, Nauka, 1981. 257 p. (in Russian)

19. Popov S.A. Povyishenie tochnosti otsenivaniya na osnove planirovaniya eksperimenta [Improving estimation accuracy based on experiment planning]. Vestnik Novgorodskij gosudarstvennyj universitet, 2016, no 4, pp. 53. (in Russian)

20. Dzhonson N., Lion F. Statistika i planirovaniye eksperimenta v tekhnike i nauke: metody obrabotki dannykh [Statistics and experiment planning in engineering and science: data processing methods]. Moscow, Mir, 1980. 595 p. (in Russian)

21. Panfilov G.V., Nedoshivin S.V., Kalinin S.S. Planirovanie i pervichnaya obrabotka rezultatov staticheskogo mashinnogo eksperimenta osnove mnojestvennogo korrelyatsionno-regressiionnogo

analiza [Planning and initial processing of the results of the static computer experiment based on multiple correlation and regression analysis]. Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki, 2014, no 7, pp. 20. (in Russian)

Поступила 28.09.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Игнатов Сергей Дмитриевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур», ORCID: 0000-0003-1891-8744, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5 e-mail: isdavvadon@mail.ru).

Цехош Софья Ивановна – аспирантка кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника», ORCID: 0000-0002-4904-4173, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: tsekhosh.lyubov@yandex.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ignatov Sergey Dmitrievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering for the Construction and Service of Oil and Gas Complexes and Infrastructures, ORCID: 0000-0003-1891-8744, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: isdavvadon@mail.ru).

Tsekhosh Sofiya Ivanovna – Postgraduate Student of the Automation of Production Processes and Electrical Engineering Department, ORCID: 0000-0002-4904-4173, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: tsekhosh.lyubov@yandex.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Игнатов С.Д. Определены геометрические параметры элементов подвески ЩРО. Составлен план эксперимента на базе СибАДИ. Руководство проведением эксперимента. Проверка и корректировка статьи. Заключение.

Цехош С.И. Анализ состояния вопроса. Разработана кинематическая схема подвески ЩРО. Составлено уравнение геометрических связей элементов коммунальной машины. Проведен эксперимент на базе СибАДИ. Осуществлен анализ экспериментальных и теоретических результатов. Оформление готового варианта статьи.

AUTHORS CONTRIBUTION

Ignatov S.D. The geometric parameters of the SCHRO suspension elements are determined. The experiment plan is developed on the basis of SibADI. The supervision of the experiment is conducted. The checking and correction of the article is made. The conclusion is written.

Tsekhosh S.I. The issue status is analyzed. The kinematic scheme of the SZRO suspension has been developed. The equation of geometrical connections of the municipal machine elements is made. The experiment is conducted on the basis of SibADI. The experimental and theoretical results is analyzed. The preparation of the finished version of the article is carried out.

УДК 621.86

ОСЦИЛЛЯТОРНЫЙ ВАЛЕЦ ДОРОЖНОГО КАТКА С ДВОЙНОЙ ОБЕЧАЙКОЙ

С.В. Савельев, В.В. Дубков, М.К. Шушубаева*, В.Б. Пермяков
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
*madina.shushubaeva@bk.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Известно, что при строительстве земляного полотна автодороги уплотнение грунта играет важнейшую роль. На качество данного процесса влияют вид и режимы приложения внешней силы от уплотнителя. На сегодняшний день наиболее эффективным является уплотнение вибрационными машинами, которые обладают широким спектром регулирования параметров. Поэтому производители делают упор на производство многофункциональных вибрационных дорожных катков. Однако вынуждающая сила вибровозбудителя в указанных машинах, как правило, имеет гармонический характер, что не всегда позволяет использовать такие машины в стеснённых городских условиях и при уплотнении тонких слоёв вследствие больших значений амплитуды колебаний. Исходя из вышесказанного, целью данной работы является разработка инновационной конструкции вибрационного рабочего органа дорожного катка, реализующего не только гармонические, но и осцилляторные колебания, которые имеют более эргономичную амплитудную характеристику. В статье представлен образец усовершенствованного рабочего органа осцилляторного вальца с двойной обечайкой, заключающий в себе положительные качества вибрационных осцилляторных и статических дорожных катков, позволяющий устанавливать две величины момента крутильных колебаний: высокую, при уплотнении толстых слоёв, или низкую, при уплотнении тонких слоёв, а также плавно регулировать контактные давления углом поворота внутренней и внешней обечаек, способствующих повышению производительности катка за счёт уменьшения количества проходов, требуемых для достижения нормативной плотности. Такие инновационные технические решения позволяют существенно снизить затраты и повысить качество строительных работ.

Материалы и методы. Расчётными методами выявлены основные параметры осцилляторного вибрационного механизма дорожного катка. Исследованы технические характеристики дорожной строительной машины. Исследования проводятся в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-48-550005\18.

Результаты. Результаты исследований представляют новую перспективную конструкцию рабочего органа для дорожного катка, позволяют снизить энергоемкость уплотнения дорожно-строительных материалов за счёт возможности изменения момента крутильных колебаний при одной и той же частоте вращения дебалансных валов вальца и одновременно регулировать контактные давления за счёт изменения площади поверхности вальца. Приведенные исследования позволили подтвердить работоспособность предложенного технического решения.

Обсуждение и заключение. Предложенное техническое решение конструкции дорожного катка проявляет в себе положительные качества катков с осцилляторным вибрационным механизмом и катков с плавно изменяемыми контактными давлениями. Крутильные колебания, создаваемые осцилляторным вибрационным механизмом вальца, уменьшают сопротивление уплотнению строительных материалов за счёт передаваемой от вальца на уплотняемый материал сдвиговой нагрузки. Указанные качества способствуют повышению производительности и энергоэффективности процесса уплотнения строительных материалов в дорожном строительстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: упруговязкопластичная среда, уплотнение, земляное полотно, подвижные и неподвижные эксцентрики, дебалансные валы, осциллятор, валец с двойной обечайкой, эксцентриситет, крутильные и круговые колебания, контактные давления.

Благодарности. Авторы благодарят за поддержку научных исследований коллектив кафедры «ЭСМиК».

© С.В. Савельев, В.В. Дубков, М.К. Шушубаева, В.Б. Пермяков



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

OSCILLATORY ROLL OF THE ROAD ROLLER WITH A DOUBLE SIDE PLATE

S.V. Saveliev, V.V. Dubkov, M.K. Shushubaeva*, V.B. Permyakov

Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia

*madina.shushubaeva@bk.ru

ABSTRACT

Introduction. Soil compaction plays a crucial role in the construction of road foundations. The quality of this process is influenced by the type and modes of application of external force from the seal. The most effective is the vibrating machines' compaction, which have a wide range of control parameters. Therefore, manufacturers are focusing on the production of multifunctional vibratory rollers. However, the driving force of the vibration exciter in such machines has a harmonic character, which does not allow the usage of such machines in cramped urban conditions and when compacting thin layers, due to large oscillation amplitudes. The purpose of the research is the development of an innovative design of the road roller vibratory working body, realizing not only harmonic, but also oscillatory vibrations, which have a more ergonomic amplitude response. The article presents a sample of the working body improvement of an oscillator roll with double shell, showing the positive qualities of vibrating oscillatory and static road rollers, when thick layers are thickened or low - when thick layers are thickened and the contact pressure angle of rotation of the inner and outer shells require to achieve regulatory density. Such innovative technical solutions would significantly reduce costs and improve the quality of construction work.

Materials and methods. The calculated methods reveal the main parameters of the oscillatory vibration mechanism of the road roller. The technical characteristics of the road construction machine are investigated. The research is carried out on the grant basis of the Russian Foundation for Basic Research No. 18-48-550005 / 18.

Results. The results of research represent a new perspective design of the working body for the road roller and reduce the energy consumption of the road construction materials due to the possibility of the torsion vibrations' moment of the same rotational frequency of the unbalanced rollers of the drum and simultaneously adjust the contact pressure by changing the surface of the roller. Therefore, such research allows to confirm the performance of the proposed technical solution.

Discussion and conclusions. The proposed technical solution shows the positive qualities of rollers with an oscillatory vibration mechanism, and rollers with continuously varying contact pressures. The torsion vibrations, created by the oscillatory vibration mechanism of the roller, reduce the resistance to compaction of building materials due to the shear load transmitted from the roller to the material. These qualities contribute to improving the performance and energy efficiency of the compaction process of building materials in road construction.

KEYWORDS: elastic-viscous-plastic medium, seal, roadbed, movable and stationary eccentric, unbalanced shafts, oscillator, cylinder with double shell, eccentricity, torsional, and radial vibrations of the contact pressure.

Acknowledges. The authors are grateful to "ESMiK" department for the support of the scientific research.

© S.V. Saveliev, V.V. Dubkov, M.K. Shushubaeva, V.B. Permyakov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, грунт – это многокомпонентная и многообразная упруговязкопластичная среда. При строительстве дорожных оснований уплотнение грунта играет важнейшую роль. От качества работ по уплотнению зависит способность конструкции земляного полотна сохранять прочность в течение всего срока службы. Если на стадии строительства не удастся обеспечить качественное уплотнение, расходы на ремонт за время эксплуатации объекта могут превысить первоначальные расходы на его сооружение [1]. На сегодняшний день самым распространенным и наиболее сложным из-за большого количества регулируемых параметров является процесс вибрационного уплотнения [2]. Общее уплотняющее усилие находится под влиянием более чем 30 факторов. В первую очередь это физико-механические характеристики уплотняемого грунта, размер и твердость его частиц, текстура, начальная плотность, содержание влаги, толщина слоя и т. д. [3].

Конструкция катка и режимы его работы должны обеспечивать максимальную интенсивность деформирования грунтовой среды. Необходимо правильно подбирать рабочий вес машины, колесную базу, учитывать распределение массы на передний и задний вальцы, определять рабочую скорость, параметры вибрации и т. д. [4]. При этом главной задачей является создание эффективных и универсальных дорожных катков, учитывающих все эти факторы [5]. Авторами предлагается новая конструкция осцилляторного рабочего органа дорожного катка с изменяемой величиной крутильных колебаний. Валец катка представлен в виде двойной металлической обечайки с асимметрично расположенными отверстиями, в которой расположен вибрационный механизм, снабженный двумя оппозитно расположенными дебалансными валами [6]. При вращении дебалансные валы создают крутильные колебания, которые передаются на уплотняемый материал, тем самым уменьшая внутреннее трение и сцепление между его частицами материала, что снижает сопротивление материала уплотнению [7]. Данная конструкция позволяет изменять амплитуду и вынуждающую силу вибровозбудителя в процессе уплотнения, а также плавно регулировать контактные давления, в достаточно широком диапазоне.

Использование данной конструкции позволяет снизить энергоемкость операции уплотнения дорожно-строительных материалов.

Повышается эффективность работы дорожного катка за счет возможности изменения момента крутильных колебаний при одной и той же частоте вращения дебалансных валов вальца и одновременно регулируются контактные давления за счет изменения площади поверхности вальца.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эффективность уплотнения дорожно-строительных материалов катком с осцилляторным вибрационным механизмом во многом зависит от сцепления рабочего органа с уплотняемым материалом. То есть должно выполняться условие, связанное с возможностью преодоления вальцом сопротивления материала сдвигу и с исключением или сведением к минимуму бесполезной его вращательной пробуксовки (проскальзывания), которая нежелательна из-за снижения уплотняющей эффективности и возможного износа его поверхности за счет абразивного истирания. Это важное условие, которое выражается через моменты действующих сил на вальце относительно его оси:

$$M_0 \cdot \sin \omega t \geq M_w \leq M_T, \quad (1)$$

где M_w – момент силы сопротивления материала сдвигу относительно оси вальца, Н·м; M_T – момент силы трения относительно оси вальца, Н·м.

Момент силы сопротивления материала сдвигу относительно оси вальца приравнивается моменту силы сцепления вальца с уплотняемым материалом. Момент силы сцепления вальца с уплотняемым материалом можно найти по следующей зависимости:

$$M_{cy} = T_{cy} \cdot R, \quad (2)$$

где T_{cy} – сила сцепления материала с рабочим органом катка, Н; R – радиус вальца, м.

Силу сцепления вальца с покрытием найдем из выражения

$$T_{cy} = Q_{cy} \cdot \varphi_{cy}, \quad (3)$$

где Q_{cy} – сцепной вес катка, то есть сила тяги, приходящаяся на ведущий валец катка, кН; φ_{cy} – коэффициент сцепления вальца с материалом уплотняемой поверхности, который определяется экспериментальным путем.

Сцепной вес зависит от технических параметров катка и от вертикальной силы F и определяется выражением

$$Q_{cy} = m_{в.в} \cdot g + F, \quad (4)$$

где $m_{в.в}$ – масса катка, приходящаяся на ведущий валец катка, кг; g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$.

Учитывая зависимости (1) – (3), запишем окончательную формулу для определения момента силы сцепления вальца с поверхностью покрытия:

$$M_{cy} = (m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R. \quad (5)$$

Момент крутильных колебаний от двух дебалансных валов равен:

$$M_{ep} = P_0 \cdot l, \quad (6)$$

где l – расстояние между осями дебалансных валов, м.; P_0 – возмущающая сила, создаваемая дебалансным валом.

Возмущающая сила, создаваемая дебалансными валами, зависит от геометрических размеров, масс дебалансов и угловой скорости вращения валов. Определяется она по зависимости

$$P_0 = m_{\partial} \cdot r_0 \cdot \omega^2, \quad (7)$$

где m_{∂} – масса эксцентриситета, кг; r_0 – радиус дебаланса, м; ω – угловая скорость дебаланса, рад/с.

Угловая скорость связана с частотой колебаний через следующую зависимость:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (8)$$

где n – частота вращения, Гц.

Используя формулы (6) – (8), запишем окончательную формулу определения крутящего момента, создаваемого дебалансными валами катка:

$$M_{ep} = m_{\partial} \cdot r_0 \cdot \omega^2 \cdot l. \quad (9)$$

Запишем условие (1) таким образом:

$$M_{ep} \sin \omega t \geq M_{cy}.$$

Далее приравняем правые части уравнений (5) и (9):

$$(m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R = m_{\partial} \cdot r_0 \cdot \omega^2 \cdot l,$$

из полученного уравнения выразим радиус (10) и массу (11) боковых дебалансов катка:

$$r_0 = \frac{(m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R}{m_{\partial} \cdot \omega^2 \cdot l}; \quad (10)$$

$$m_{\partial} = \frac{(m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R}{r_0 \cdot \omega^2 \cdot l}. \quad (11)$$

Таким образом, данные расчетные формулы показывают зависимость радиуса и массы боковых дебалансов в зависимости от массы вальца, частоты вращения боковых дебалансных валов, вертикальной силы, действующей на валец, и расстояния между осями дебалансных валов.

Конструкция вальца представлена на рисунках 1 – 4. Изображено продольное сечение и поперечные сечения вальца, показано расположение дебалансных валов, их привод, а также двойная обечайка с отверстиями [8].

Принцип работы вальца заключается в следующем: на валец дорожного катка установлен гидромотор 1, который посредством редуктора 2 соединен с двойной обечайкой 3, 4, имеющий ассиметричные отверстия. Обечайки 3, 4 способны вращаться относительно друг друга «открывая», «закрывая» отверстия, меняя площадь поверхности [9]. Внутри вальца расположены поперечные ребра 5, на которых установлены два дебалансных вала 6, оси которых равноудалены от оси вальца, а их эксцентриковые массы смещены относительно друг друга на 180° . Также на поперечных ребрах установлен третий приводной вал 7, соединенный с гидромотором 8, при этом его ось совпадает с осью вальца. Передача крутящего момента между дебалансными валами осуществляется через зубчатую передачу 9, причем диаметр шестерни центрального вала в два раза меньше диаметров шестерней крайних валов [10]. Каждый дебалансный вал состоит из эксцентрика 10. Рабочий режим вибрационного механизма вальца осуществляется следующим образом. Во время рабочего хода катка гидромотор 8 через зубчатую передачу 9 приводит во вращение дебалансные валы 6. При этом ввиду того что эксцентриковые массы валов 6 смещены на 180° , на валец передаются крутильные колебания (осцилляции) от валов 6 [11]. Вращение вала 7 происходит в противоположном направлении. На уплотняемый материал передаются вертикальные усилия от массы вальца с пригрузом

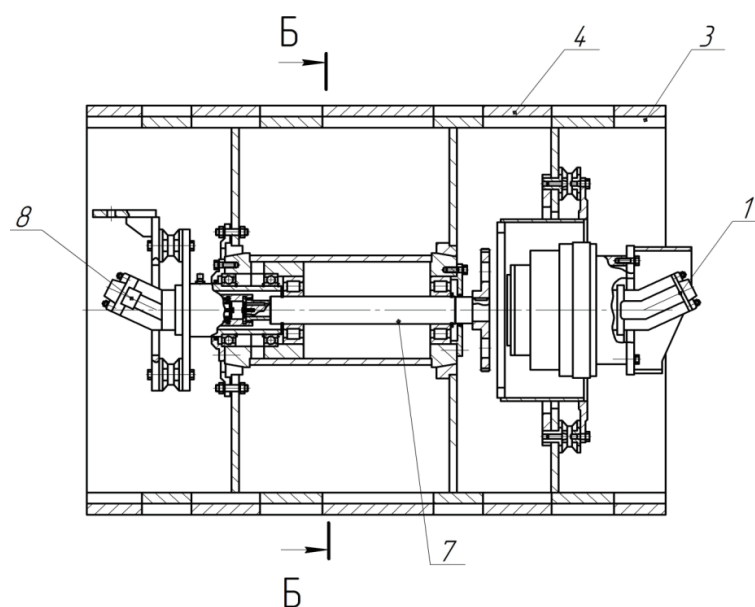


Рисунок 1 – Продольное сечение вальца

Figure 1 – Longitudinal section of the roller

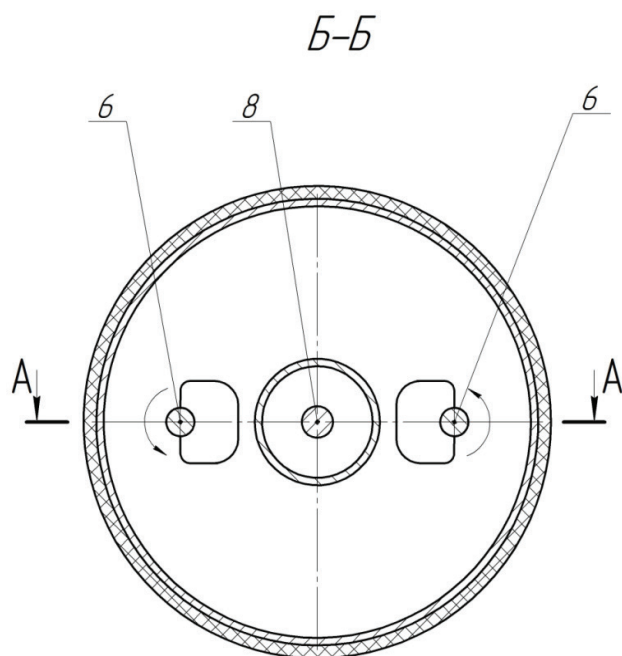


Рисунок 2 – Сечение Б-Б

Figure 2 – B-B section

и сдвиговая нагрузка от крутильных колебаний вальца [12, 13, 14, 15]. При изменении направления вращения валов 6 изменяется эксцентриситет масс дебалансных валов 7, что ведет к изменению момента вращения и, как

следствие, к изменению вынуждающей силы дебалансных валов, создающих крутильные колебания вальца [16, 17, 18].

Двойная обечайка с отверстиями позволяет регулировать контактные давления. От-

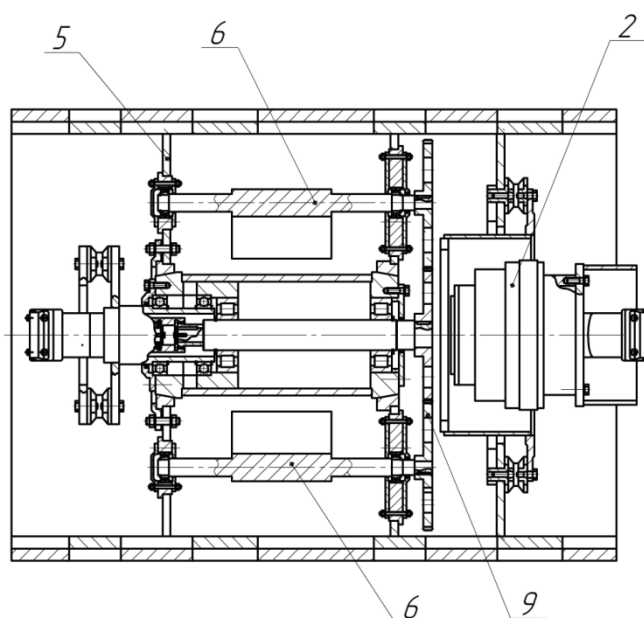


Рисунок 3 – Сечение A-A

Figure 3 – A-A section

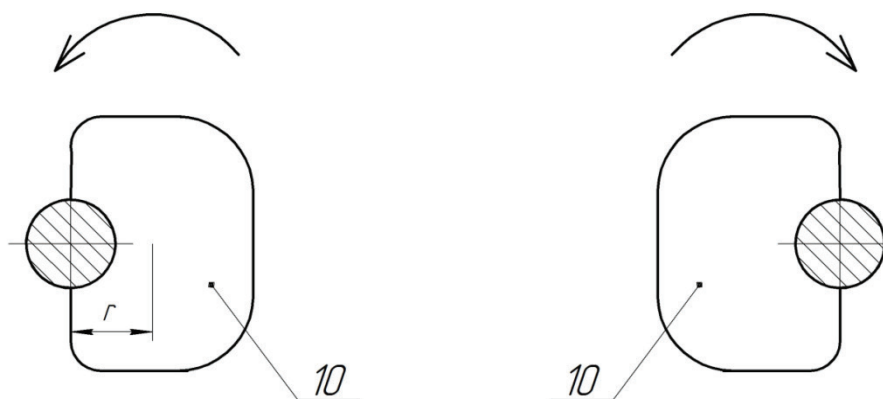


Рисунок 4 – Подвижные и неподвижные эксцентрики дебалансных валов

Figure 4 – Movable and stationary eccentrics of the unbalance shafts

верстия расположены таким образом, что в начальном положении обечаек внешняя поверхность вальца отверстий не имеет, т.е. является сплошной [19, 20]. Это обеспечивает большую площадь контакта, а значит, небольшие контактные давления, которые необходимы на начальном этапе уплотнения грунтовой среды. По мере увеличения плотности грунта, внутренняя обечайка проворачивается

относительно внешней, в вальце появляются отверстия, т.е. площадь поверхности вальца уменьшается, а контактные давления увеличиваются. На финальной стадии процесса уплотнения отверстия занимают максимальную площадь вальца (рабочий орган является решётчатым вальцом), контактные давления в этом случае максимальны.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Предложенные технические решения позволяют устанавливать две величины момента крутильных колебаний: высокую, при уплотнении толстых слоев, или низкую, при уплотнении тонких слоев, и плавно регулировать контактные давления углом поворота внутренней и внешней обечайки. Это позволяет существенно расширить границы применения катков с предлагаемым рабочим органом, а также повысить производительность и снизить себестоимость работ по уплотнению грунтовых оснований автомобильных дорог.

Получен патент РФ на полезную модель «Валец дорожного катка с двойной обечайкой», представленный на рисунке 5, подана заявка на патент РФ на полезную модель «Валец дорожного катка», которая сейчас на стадии регистрации.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная конструкция вальца дорожного катка проявляет в себе положительные качества осцилляторных, вибрационных катков и катков с плавно изменяемыми контактными давлениями. Указанные качества способствуют повышению производительности и энергоэффективности процесса уплотнения строительных материалов в дорожном строительстве. Исследования проводятся в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-48-550005\18.

Рамки исследования и возможность последующего использования

Исследования проводились в рамках научного направления повышения эффективности уплотнения упруговязкопластичных сред, посвящены обеспечению качества дорожного строительства и разработки инновационной высокопроизводительной дорожной техники. Представленная конструкция рабочего органа дорожного катка позволяет в широком диапазоне регулировать не только статические, но и динамические параметры дорожного катка, что позволяет достичь высоких результатов процесса уплотнения технологических слоев автодорог.

В последующем полученные результаты и новая конструкция могут быть использованы при проектировании и модернизации дорожных катков для строительства объектов транспортной инфраструктуры.

Практическое значение

Практическое значение заключается в разработке новой конструкции рабочего органа



Рисунок 5 – Патент РФ на полезную модель

Figure 5 – Russian patent for the utility model

дорожного катка, защищенного патентом РФ, который позволит повысить эффективность и производительность работ по уплотнению дорожно-строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yunshi Yao, Zhongxu Feng, Shibin Che, Zhifeng Zhang, Lijun Zhao. Design and Fabrication of a Road Roller with Double-Frequency Composed Vibration and Its Compaction Performance. Mechanical Engineering, 2014.vol.14.no.5.pp.54-62.
2. L. du Plessis, G. RugodhoW, GovuK, MngazaS, Musundi. The Design, Construction and Heavy Vehicle Simulator Testing Results on Roller Compacted Concrete Test Sections at the CSIR Innovation Site and on a Full-Scale Test Road at Rayton. Conference paper, 2016, vol. 18. no. 2. pp. 50-54.
3. Soica Adrian, Budala Adrian, Monescu Vlad. Determination of Some Vehicle Dynamic Performances Using the Dynamometric Roller Chassis. Conference paper, 2018, vol. 25. no. 8. pp. 20-24.
4. Дубков В.В., Базинская А.М. Определение параметров осцилляторно-вибрационного

катка // Вестник СибАДИ. 2016. № 4 (50). С. 13–17.

5. Добронравов С.С. Добронравов М.С. Строительные машины и оборудование. М.: Высшая школа, 2006. 445 с.

6. Михеев В.В., Савельев С.В. Математическая модель уплотнения упруговязкопластичной грунтовой среды при взаимодействии с рабочим органом дорожной машины в рамках модифицированного подхода сосредоточенных параметров // Вестник СибАДИ. 2017. № 2 (54). С. 15–20.

7. Михеев В.В., Савельев С.В. Моделирование характеристик деформируемых грунтов в процессе их уплотнения цилиндрическими рабочими органами катков // Вестник СибАДИ. 2016. № 4 (50). С. 10–14.

8. Савельев С.В., Потеряев И.К., Бурый Г.Г., Белодед А.С. Методика обоснования режимных параметров вибрационных катков для уплотнения грунтов // Вестник СибАДИ. 2017. № 1 (53). С. 20–24.

9. Михеев В.В., Савельев С.В., Шушубаева М.К. К вопросу о повышении энергоэффективности вибровозбудителя для дорожных вибрационных катков // Вестник СибАДИ. 2018. № 1 (53). С. 15–19.

10. Серебrenников В.С. Новый способ повышения эффективности уплотнения дорожно-строительных материалов вибрационными катками // Машиностроение. 2016. № 5 (73). С. 22–26.

11. Савельев С.В., Бурый Г.Г., Потеряев И.К. Применение алгоритма определения параметров вибрационных катков с учетом массы уплотняемого грунта в зоне активного действия вибрации // Вестник СибАДИ. 2015. №6. С. 32–37.

12. Хархута Н.Я., Васильев Ю.М., Охраменко Р.К. Влияние физико-механических свойств грунтов естественных оснований на их устойчивость и уплотнение. М.: Автотрансиздат, 1978. 144 с.

13. Савельев С.В., Лашко А.Г. Возможности совершенствования современной уплотняющей техники // Известия ВУЗов. Новосибирск, 2010. № 5. С. 100.

14. Хархута Н.Я., Васильев Ю.М. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1975. 288 с.

15. Савельев С.В., Михеев В.В. Исследования напряжённо-деформированного состояния упруговязкой среды при вибрационном нагружении // Вестник СибАДИ. 2012. №3 (25). С. 83–87.

16. Michael C. McVay. Evaluating thick lift limerock-base course SR-826. Report, Draft Final Report 2016. vol.18. no. 2. pp. 10-14.

17. Пермяков В.Б., Захаренко А.В., Савельев С.В. Обоснование выбора параметров вибрационных катков // Изв. вузов. Строительство. 2013. №2. С. 100–103.

18. Kopf, Fritz. Modelling and simulation of heavy tamping dynamic response of the ground. Report, Draft Final Report 2017. vol. 18. no. 2. pp.25-34.

19. Варганов С.А., Андреев Г.С., Марков П.И. Машины для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов. М.:Машиностроение, 1981. 240 с.

20. Дубровин А.Е. Определение эффективных частот колебаний рабочего органа виброуплотнителя // Исследования параметров и расчеты дорожно-строительных машин. Саратов, 1972. Вып. 52. С. 40–43.

REFERENCES

1. Yunshi Yao, Zhongxu Feng, Shibin Che, Zhifeng Zhang, Lijun Zhao, Wu Zhao. *Design and Fabrication of a Road Roller with Double-Frequency Composed Vibration and Its Compaction Performance*. Mechanical Engineering, 2014.vol.14.no.5.pp.54–62.

2. L. du Plessis, G. RugodhoW, GovuK, MngazaS, Musundi. *The Design, Construction and Heavy Vehicle Simulator Testing Results on Roller Compacted Concrete Test Sections at the CSIR Innovation Site and on a Full-Scale Test Road at Rayton*. Conference paper, 2016, vol.18. no.2.pp.50-54.

3. Soica Adrian, Budala Adrian, Monescu Vlad. *Determination of Some Vehicle Dynamic Performances Using the Dynamometric Roller Chassis*.Conference paper, 2018, vol.25.no.8. pp.20–24.

4. Dubkov V.V., Bazinskaja A.M.. *Opređenje parametrov osciljatorno-vibracionnogo katka [Determination of parameters of oscillatory vibration roller]*. *Vestnik SibADI*, 2016, no 4 (50), pp. 13–17. (in Russian)

5. Dobronravov S.S. Dobronravov M.S. *Stroitel'nye mashiny i oborudovanie [Construction machinery and equipment]*. Moscow, Vysshaja shkola, 2006. 445 p. (in Russian)

6. Miheev V.V., Savel'ev S.V. *Matematicheskaja model' uplotnenija uprugovjazkoplastichnoi gruntovoi sredy pri vzaimodeistvii s rabochim organom dorozhnoi mashiny v ramkah modifirovannogo podhoda sosredotochennyh parametrov [Mathematical model of the elastic-viscous-plastic compaction of the soil environment]*

in collaboration with the working body of road machine under the modified approach concentrated parameters]. *Vestnik SibADI*, 2017, no 2 (54), pp. 15–20. (in Russian)

7. Miheev V.V., Savel'ev S.V. Modelirovanie karakteristik deformiruemih gruntov v processe ih uplotnenija cilindricheskimi rabochimi organami katkov [Modeling of the characteristics of deformable soils in the process of sealing the working bodies of cylindrical rollers]. *Vestnik SibADI*, 2016, no 4 (50), pp. 10–14. (In Russian)

8. Savel'ev S.V., Poterjaev I.K., Buryi G.G., Beloded A.S. Metodika obosnovaniya rezhimnyh parametrov vibracionnyh katkov dlja uplotnenija gruntov [Method of justification of operational parameters of vibrating rollers for soils compaction]. *Vestnik SibADI*, 2017, no 1 (53), pp. 20–24. (In Russian)

9. Miheev V.V., Savel'ev S.V., SHushubaeva M.K. K voprosu o povyshenii yenergoeffektivnosti vibrovozbuditelja dlja dorozhnyh vibracionnyh katkov [Energy efficienc vibro exciter for road vibration rollers]. *Vestnik SibADI*, 2018, no 1 (53), pp. 15–19. (In Russian)

10. Serebrennikov V.S. Novyi sposob povyshenija yeffektivnosti uplotnenija dorozhno-stroitel'nyh materialov vibracionnymi katkami [New method of increasing the efficienc of the road construction materials compaction with vibratory rollers]. *Mashinostroenie*, 2016, no 5 (73), pp. 22–26. (In Russian)

11. Savel'ev S.V., Buryi G.G., Poterjaev I.K. Primenenie algoritma opredelenija parametrov vibracionnyh katkov s ucheto massy uplotnjaemogo grunta v zone aktivnogo deistvija vibracii [Application of the algorithm of the parameters of vibrating rollers with the weight of the Packed soil in the zone of active action of vibrations]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 6, pp. 32 – 37. (In Russian)

12. Harhuta N.Ja., Vasil'ev YU.M., Ohramenko R.K. Vlijanie fiziko-mehaničeskikh svoystv gruntov estestvennyh osnovanii na ih ustoichivost' i uplotnenie [Influence of physico-mechanical properties of soils natural reason for their resistance and seal]. Moscow, Avtotransizdat, 1978. 144 p. (in Russian)

13. Savel'ev S.V., Lashko A.G. Vozmozhnosti sovershenstvovaniya sovremennoi uplotnjajushei tehniki [Possibilities of improvement of modern sealing techniques]. *Izvestija VUZov*, Novosibirsk, 2010, no 5, p. 100. (In Russian)

14. Harhuta N.Ja., Vasil'ev YU.M. Prochnost', ustoichivost' i uplotnenie gruntov zemljanogo polotna avtomobil'nyh dorog [Strength, stability and compaction of the soil subgrade of highways]. Moscow, Transport, 1975. 288 p. (in Russian)

15. Savel'ev S.V., Miheev B.V. Issledovaniya naprjazhyonno-deformirovannogo sostojaniya uprugo-vjazkoi sredy pri vibracionnom nagruženii [Research of the stress-strain state of the viscous fluid under vibration loading]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 3 (25), pp. 83 – 87. (In Russian)

16. Michael C. McVay. Evaluating thick lift limerock-base course SR-826. Report, Draft Final Report 2016. vol.18. no. 2. pp. 10–14.

17. Permjakov V.B., Zaharenko A.V., Savel'ev S.V. Obosnovanie vybor parametrov vibracionnyh katkov [Justification of the parameters choice of vibrating rollers]. *Izv. vuzov. Stroitel'stvo*, 2013, no 2, pp. 100–103. (in Russian)

18. Kopf, Fritz. Modelling and simulation of heavy tamping dynamic response of the ground. Report, Draft Final Report 2017. vol. 18. no. 2. pp. 25–34.

19. Varganov S.A., Andreev G.S., Markov P.I. Mashiny dlja uplotnenija gruntov i dorozhno-stroitel'nyh materialov [Compaction of soil and road building materials]. Moscow, Mashinostroenie, 1981. 240 p. (in Russian)

20. Dubrovin A.E. Opredelenie yeffektivny chastot kolebanii rabočego organa vibrouplotnitelja [Defining the effective frequency of the working body oscillation of vibroplates]. *Issledovaniya parametrov i rasčety dorozhno-stroitel'nyh mashin*. Saratov, 1972. Vyp. 52. pp. 40–43. (in Russian)

Поступила 02.10.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Савельев Сергей Валерьевич (Россия, г. Омск) – д-р техн. наук, проф. кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», ORCID 0000-0002-4034-2457 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Дубков Валерий Витальевич (Россия, г. Омск) – канд. техн. наук, доц. кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», ORCID 0000-0002-2480-7795 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: dubkovvv.74@mail.ru).

Шушубаева Мадина Каиргельдиновна (Россия, г. Омск) – аспирантка кафедры «Экс-

плуатация транспортно -технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», ORCID 0000-0001-8351-5162 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: gitara_91@mail.ru).

Пермяков Владислав Борисович (Россия, г.Омск) – д-р техн. наук, проф. кафедры «Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный дорожник РФ, почетный проф. Казахского университета путей сообщения. ORCID 0000-0002-4034-2462 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kaf_edm@sibadi.org).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Saveliev Sergey Valerievich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Exploitation of Transport and Technological Machines and Systems’ Department, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID 0000-0002-4034-2457 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Dubkov Valery Vitalievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Systems Operation, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID 0000-0002-2480-7795 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: dubkovvv.74@mail.ru).

Shushubaeva Madina Kairgeldinovna – Postgraduate Student of the Exploitation of Transport and Technological Machines and Systems’ Department, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID 0000-0001-8351-5162 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: madina.shushubaeva@bk.ru).

Permyakov Vladislav Borisovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Systems Operation, Siberian State Automobile and Highway University, Honored Worker of the Higher Educational Institution of the Russian Federation, Honorary Road Worker of the Russian Federation, Honorary Professor of the Kazakh University of the Railways, ORCID 0000-0002-4034-2462 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: kaf_edm@sibadi.org).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Савельев С.В. Участвовал в разработке новой конструкции рабочего органа дорожного катка, определил рациональные параметры вальца, провел анализ литературных источников.

Дубков В.В. Участвовал в разработке новой конструкции рабочего органа, выполнил объемы чертежных работ и предварительные расчёты параметров нового вальца. Оформлял сопроводительную документацию.

Шушубаева М.К. Произведен анализ особенностей уплотнения грунтовых сред, определены основные факторы, влияющие на эффективность процесса уплотнения. Выявлено, что наиболее распространенный способ уплотнения – это вибрационный. Выполнен патентный поиск и проведена работа по оформлению текстового материала.

Пермяков В.Б. Участвовал в разработке новой конструкции рабочего органа дорожного катка, провел исследования в области оптимальных параметров вальца, провел анализ литературных источников.

AUTHORS CONTRIBUTION

Saveliev S.V. The development of a new design of the working body of the road roller, determination of the rational parameters of the drum and conduction of the literature review.

Dubkov V.V. The development of a new design of the working body, performing the volume of drawing work and preliminary calculations of the parameters of the new roller, making the accompanying documentation.

Shushubaeva M.K. The analysis of the features of the compaction of soil environments, the major factors influencing the efficiency of the compaction process. It is revealed that the most common method of compaction is vibration. The patent search and the design of the text material is carried out.

Permyakov V.B. The development of a new design of the working body of the road roller, conduction research in the field of optimal parameters of the roller, the analysis of literary sources.

УДК 34.47

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

Р.Ф. Салихов, В.В. Акимов, А.Ф. Мишуров, Г.Н. Мусагитова*

ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

*galiarta@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Создание новой техники и развитие современных технологий ее ремонта во многом определяются разработкой материалов с заданными свойствами. Особое внимание отводится экономии и широкому внедрению ресурсосберегающих и экологически чистых технологий, а также проблемам получения и освоения новых материалов, повышения качества изделий.

Проверка качества материалов, из которых изготовлены подшипники скольжения, на этапе ремонта строительной техники и оборудования, а также снижение стоимости, продолжительности выполнения операций технического контроля являются одними из актуальных задач, стоящих перед ремонтными организациями. Их решение позволит увеличить послеремонтный ресурс, уменьшить количество отказов, сократить издержки на устранение неисправностей в гарантийный период.

Материалы и методы. В данной работе предложен тепловой метод оценки качества материалов подшипников скольжения в двигателях внутреннего сгорания. Данный метод отличается сравнительной простотой, не требует разрушения материала и применения дорогостоящего оборудования.

Результаты. Получены зависимости изменения толщины вкладышей марок «Cummins» и «Mahle» от температуры их нагрева, а также температуры нагрева образцов от продолжительности испытания. По полученным результатам были определены такие параметры, как удельная теплоемкость и коэффициент теплопроводности. В статье приводятся результаты проведенных испытаний, которые показывают, что теплофизические параметры неоригинальных вкладышей отличаются от оригинальных на 11% по коэффициенту теплопроводности и в 1,56 раза по удельной теплоемкости.

Обсуждение и заключение. Расчет удельной теплоемкости, теплопроводности подшипников скольжения позволяет, используя уже существующую методику, определить на этапе входного контроля вероятность их отказа, а значит, принять более правильное решение при выборе деталей для проведения качественного ремонта. В результате сравнения изменения температуры при нагреве образцов вкладышей фирм «Cummins» и «Mahle» можно заключить, что интенсивность нагрева оригинального вкладыша выше на 17%, а величина, обратная градиенту температуры вкладыша, при его нагревании в 1,27 раза ниже по сравнению с неоригинальным подшипником скольжения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подшипник скольжения, шейка коленчатого вала, теплопроводность, удельная теплоемкость, толщина вкладыша, температура.

Благодарности. Авторы выражают признательность руководству компании АО «Салек» (г. Киселевск, Кемеровская область) за оказанную помощь при проведении данного исследования. Также благодарят рецензентов, которые будут работать с настоящей статьей.

© Р.Ф. Салихов, В.В. Акимов, А.Ф. Мишуров, Г.Н. Мусагитова



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

TECHNOLOGY IMPROVEMENT OF PLAIN BEARINGS' TECHNICAL CONTROL IN CONSTRUCTION MACHINERY AND EQUIPMENT

R.F. Salikhov, V.V. Akimov, A.F. Mishurov, G.N. Musagitova*

Siberian State Automobile and Highway University,

Omsk, Russia

*galiarta@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The creation of new machinery and development of modern technologies of its repair in many respects with generation of materials with required properties are defined. Special attention is paid to the economy and widespread introduction of resource-saving and environmentally friendly technologies and to the problems of obtaining and exploitation of new materials, improvement of the goods' quality.

The quality control of materials, which have been used for plain bearings manufacture, during repair action of construction machinery and equipment, as well as reduction of cost and duration of technical control operations implementation are among the issues for repair service organizations. Their solution would enable to increase post-repair resource, cut down failures number, and reduce costs of faults removal in warranty period.

Materials and methods. The authors suggest a thermal method of plain bearings materials quality assessment in internal combustion engines. This method is remarkable for its comparative simplicity; it does not require destruction of the material and application of expensive equipment.

Results. The dependences of "Cummins" and "Mahle" bushings thickness change on the heating temperature as well as samples warming temperature dependence on test duration have been obtained. According to the derived results such parameters as specific heat and thermal conductivity coefficient are defined. The results of carried out tests show that thermal physic parameters of unoriginal bushings differ from original ones by 11% in thermal conductivity coefficient and by 1.56 times in specific heat.

Discussion and conclusions. The calculation of specific heat, thermal conductivity of plain bearings allows to determine the probability of their failure at the stage of entrance control and therefore, to make a more correct decision when choosing parts for execution high-quality repair. As a consequence of temperature change comparison, when bushings samples of "Cummins" and "Mahle" companies are heated, it could be concluded that heating intensity of an original bushing is 17% higher and the reciprocal of bushing temperature gradient under warming is 1.27 times lower in comparison with an unoriginal plain bearing.

KEYWORDS: plain bearing; crankshaft journal; thermal conductivity; specific heat; bushing thickness; temperature

Acknowledgments. The authors express their appreciation to the administration of closed joint-stock company "Salek" (Kiselyovsk, Kemerovo Region) for the help in carrying out the research. Also the authors would like to thank the reviewers for their comments.

© R.F. Salikhov, V.V. Akimov, A.F. Mishurov, G.N. Musagitova



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В промышленности широко применяется строительная техника и оборудование, оснащенные двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

В современных конструкциях машин наблюдается тенденция развития стратегии невозможности восстановления деталей или одноразового их использования, в том числе таких, как коленчатый вал, блок цилиндров, корпус масляного насоса и др. Ремонтная стратегия отечественных предприятий сократила объемы, связанные с операциями восстановления и занимается по большей части демонтажно-монтажными операциями [1]. Однако и на данном этапе ремонта требуется соблюдение правил сборки, в состав которых входит входной контроль технических параметров деталей.

В настоящее время одним из актуальных вопросов обеспечения заданного ресурса сопряжения «подшипник скольжения – коленчатый вал ДВС» является применение оригинальных деталей или аналогов, соответствующих техническим требованиям, установленным заводом-изготовителем. Политика импортозамещения продукции в РФ, в том числе деталей машин, предполагает обязательное соответствие заданному уровню качества, которое должно подтверждаться техническим контролем на разных стадиях жизненного цикла изделия, иначе произойдет рост количества отказов и убытков в процессе эксплуатации строительной техники и оборудования [2]. Заводы-изготовители деталей машин используют конструктивные методы повышения надежности путем обращения к различным материалам с целью повышения долговечности, выносливости продукции, снижения себестоимости [3, 4, 5, 6, 7].

Зачастую в практике производства сервисные ремонтные организации пытаются снизить стоимость ремонта путем применения аналогов деталей [2, 8]. В частности, не исключением является замена оригинальных подшипников скольжения на неоригинальные. Нередко персонал ремонтных организаций недоумевает по поводу возложенной на них

ответственности перед эксплуатантами, которую они несут при установке различных видов деталей, в том числе и подшипников скольжения, заключающейся в том, что они должны проверять их качество. Проверка качества в практике производства в лучшем случае осуществляется по геометрическим параметрам: толщина вкладыша (рисунок 1), шероховатость его поверхностей, допуск на измеряемую величину выступания, номинальный диаметр и другие, однако структуру, химический состав материала никто не проверяет^{1, 2, 3}. Это объясняется высокой стоимостью проведения данных видов анализа, а также дополнительными потерями времени и трудозатратами.

Анализ существующих работ, посвященных проблематике отказов подшипников скольжения, указывает на то, что проворачивание, задир вкладышей составляют порядка 41% от общего количества случаев выхода из строя данной детали [9].

Причинами проворачивания, задира вкладышей, согласно имеющимся источникам и исследованиям авторов, являются следующие факторы: применение некондиционного моторного масла, нарушение регламента проведения технического обслуживания, преждевременный выход из строя масляного и воздушного фильтров, масляного насоса, неисправность форсунок системы питания и системы смазки и т.д. [9, 10, 11, 12].

Большое количество исследований было посвящено определению таких параметров, как коэффициент теплопроводности, температуропроводности, удельной теплоемкости. Для определения данных параметров используются различные средства и технологии измерения [9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Для входного контроля качества подшипников скольжения применяются определенные методы и средства¹⁻³. Однако в их основе лежит измерение линейных параметров при нормальной температуре (при 20°C).

Отдельные исследования по измерению толщины вкладыша приведены в работе [9]. В то же время сама технология проведения измерения подробно не описывается. Поэтому авторы данной статьи предложили опытную

¹ ГОСТ 28342–89 Подшипники скольжения. Тонкостенные вкладыши. Размеры, допуски и методы их контроля. Введен 01.01.1991. М.: Изд-во стандартов, 1990. 15 с.

² ГОСТ Р 53836–2010 Двигатели автомобильные. Вкладыши тонкостенные коренных и шатунных подшипников. Технические требования и методы испытаний. Дата введения 2010-09-15. М.: Стандартинформ, 2010. 20 с.

³ ГОСТ ИСО 12301–95 Подшипники скольжения. Методы контроля геометрических показателей и показателей качества материалов. Дата введения 1997-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1996. 58 с.

установку, описанную ниже, с помощью которой были определены теплофизические параметры исследуемых вкладышей.

Также необходимо указать, что сведения о теплофизических параметрах подшипников скольжения зарубежного производства в настоящее время отсутствуют. Главное условие, которое диктуют отечественные и зарубежные производители, – это необходимость применения только оригинальных деталей.

В связи с вышесказанным необходимо искать способы снижения стоимости технического контроля качества подшипников скольжения для проверки соответствия техническому регламенту заводов-изготовителей. Решение этой задачи будет способствовать осуществлению технического контроля качества подшипников скольжения в более широком масштабе. Определение удельной теплоемкости, теплопроводности подшипников скольжения позволит, используя уже существующую методику, определить на этапе входного контроля вероятность их отказа, а значит, принять более правильное решение при выборе деталей для проведения качественного ремонта. Это, в свою очередь, приведет к увеличению остаточного ресурса двигателей внутреннего сгорания, снижению количества отказов и издержек на устранение неисправностей в течение гарантийного срока.



Рисунок 1 – Измерение толщины подшипника скольжения фирмы «Cummins» ДВС КТТА-19 при температуре 23 °С

Figure 1 – Thickness gauging of a plain bearing of the «Cummins» ICE KTTA-19 company at 23 °C temperature

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Как известно, назначение подшипника скольжения состоит в обеспечении скольжения при запуске, поддержании требуемой толщины масляной пленки, усталостной прочно-

сти при различных нагрузках, предотвращении возникновения продуктов износа, теплоотвода в тело шатуна, блока цилиндров, соблюдения требуемого зазора при существующих термических нагрузках [9,10,11, 12].

Одним из распространенных видов после-ремонтного отказа подшипников скольжения коленчатого вала ДВС является их проворачивание, задир [10, 11]. Наибольшая вероятность проворачивания подшипников скольжения относительно шеек коленчатого вала существует у шатунных, так как они испытывают большие нагрузки от воспламенения топливно-воздушной смеси и в случае снижения давления моторного масла первыми испытывают масляный голод.

Для проверки качества подшипников скольжения авторами был предложен метод, основанный на сравнении теплофизических свойств оригинального подшипника и его заменителя. Испытания проводились на оригинальных подшипниках скольжения фирмы «Cummins» (США) и их заменителе производства фирмы «Mahle» (Германия).

Методика проведения эксперимента включала в себя следующие операции:

а) установка фрагмента подшипника на подставку, которая помещалась на площадку нагревателя (рисунок 2);

б) установка ножки индикатора часового типа (погрешность 0,001 мм), закрепленного на штативе, на поверхность подшипника;

в) нагрев части подшипника скольжения при помощи регулируемого нагревателя до определенной температуры за период времени 8 мин. Температура нагревателя определялась при помощи бесконтактного термометра марки «Raytek Raunger ST 25 Pto» в месте контакта (рисунок 3).

Технология измерения температуры с использованием бесконтактного термометра марки «Raytek Raunger ST 25 Pto» предполагает наведение двух лучей на измеряемый объект и фокусировку их в одну точку. При данном условии производится нажатие на курок термометра, и на табло высвечивается действительная температура измеряемого объекта в указанной точке.

В процессе проведения испытаний контроль температуры проводился периодически. Общее количество измерений температуры по каждому из образцов составило не менее 15 раз. Время нагрева определялось секундомером. Шаг измерения температуры по времени отражен на графической зависимости (рисунок 4).

г) определение массы оригинального и не-оригинального подшипников скольжения на весах.



Рисунок 2 – Общий вид установки для проверки изменения толщины подшипников скольжения в зависимости от температуры и продолжительности нагрева

Figure 2 – General view of the facility for checking of plain bearings thickness change depending on temperature and warming duration



Рисунок 3 – Фрагмент измерения температуры подшипника скольжения

Figure 3 – Fragment of a plain bearing temperature measuring

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенных испытаний были получены графические зависимости изменения температуры вкладышей от продолжительности их нагрева (см. рисунок 4), а также аналитические зависимости, их описывающие (формулы (1), (2)).

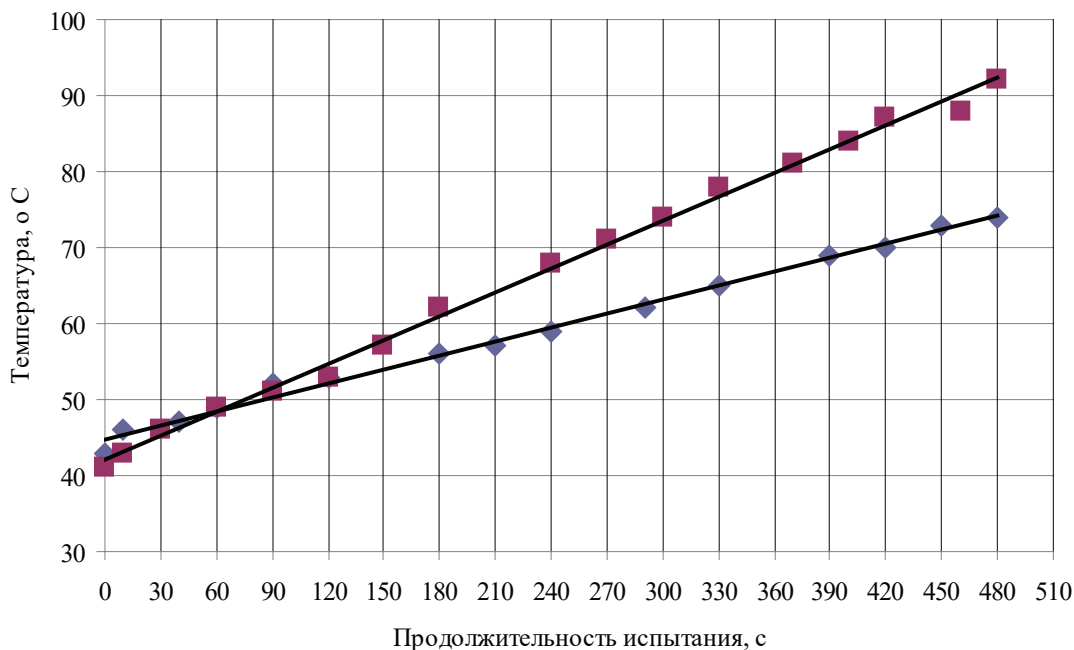


Рисунок 4 – Изменение температуры нагрева образцов подшипников скольжения в зависимости от продолжительности испытания

Figure 4 – Temperature changing of the plain bearings samples depending on the test duration

Аналитические зависимости изменения температуры нагрева образцов подшипников скольжения в зависимости от продолжительности испытания имеют следующий вид:

а) для подшипников скольжения фирмы «Cummins»:

$$T_1 = 0,11 \cdot \Delta \tau + 42,05, \text{ при } R^2 = 0,99, \quad (1)$$

где T_1 – температура вкладыша фирмы «Cummins», $^{\circ}\text{C}$;

R^2 – коэффициент детерминации.

б) для подшипников скольжения фирмы «Mahle»:

$$T_2 = 0,06 \Delta \tau + 44,86, \text{ при } R^2 = 0,99, \quad (2)$$

где T_2 – температура вкладыша фирмы «Mahle», $^{\circ}\text{C}$.

Далее по полученным точкам (рисунок 5) были построены графические и аналитические зависимости изменения толщины образцов подшипников скольжения в зависимости от температуры их нагрева:

$$X_1 = 1,96 \cdot T_1 - 76,82, \text{ при } R^2 = 0,99, \quad (3)$$

где X_1 – толщина вкладыша производства

фирмы «Cummins» при его нагреве, мкм;

$$X_2 = 3,36 \cdot T_2 - 142,28, \text{ при } R^2 = 0,99, \quad (4)$$

где X_2 – толщина вкладыша производства фирмы «Mahle» при его нагреве, мкм.

Коэффициенты детерминации в формулах (1) – (4) составляют 0,99, что свидетельствует о высокой точности полученных аналитических зависимостей, описывающих изменение параметров.

Ниже приведены формулы определения теплофизических параметров, в которые подставлялись полученные значения параметров в ходе проведения эксперимента.

Удельная теплоемкость определяется по формуле [12, 13, 16], $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$

$$C = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}, \quad (5)$$

где ΔQ – количество теплоты, передаваемое нагревателем, Дж;

m – масса вкладыша, кг;

ΔT – величина изменения температуры от начальной до конечной при нагреве вкладыша, К.

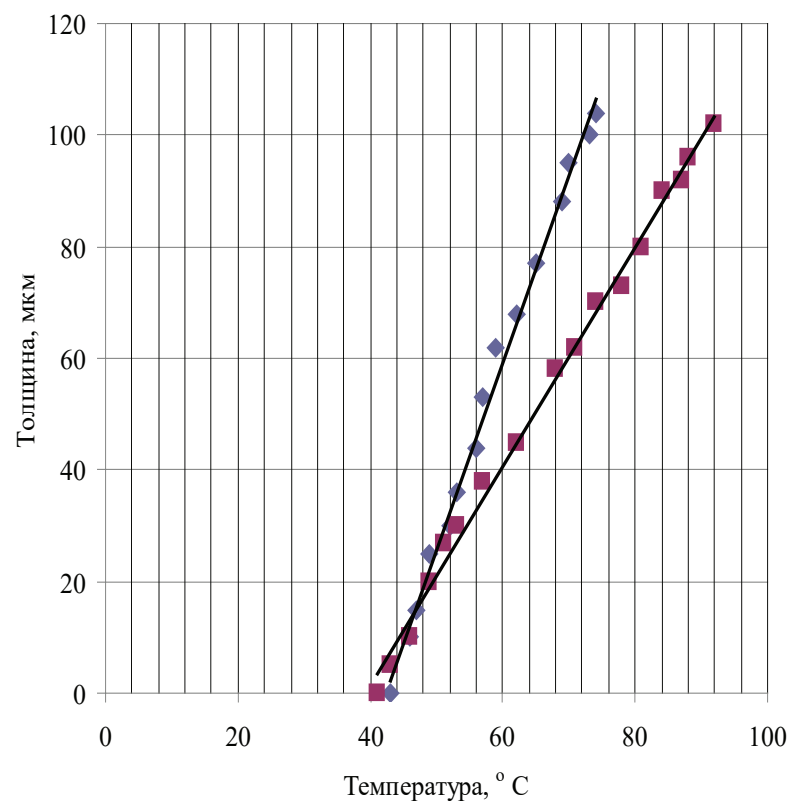


Рисунок 5 – Изменение толщины подшипников скольжения от температуры их нагрева

Figure 5 – Temperature changing of the plain bearings samples depending on their warming

Кроме того, известно, что теплопроводность имеет место тогда, когда существует разность температур, вызванная какими-либо внешними причинами. Она заключается в переносе некоторого количества теплоты от более горячего слоя к более холодному. Если процесс стационарный и температура меняется от слоя к слою равномерно, то количество теплоты ΔQ , передаваемое через площадку ΔS за время ΔT , можно определить по закону Фурье.

$$\Delta Q = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta X} \cdot \Delta S \cdot \Delta \tau, \quad (6)$$

где $\frac{\Delta T}{\Delta X}$ – градиент температуры;
 ΔS – площадь;
 λ – коэффициент теплопроводности;
 ΔX – величина изменения толщины вкладыша от начальной до конечной температуры, мм;
 $\Delta \tau$ – продолжительность нагрева, с.

Коэффициент теплопроводности определяется по следующей формуле [4, 12, 16, 17]:

$$|\lambda| = \frac{\Delta Q}{\frac{\Delta T}{\Delta X} \cdot \Delta S \cdot \Delta \tau} = \frac{P \cdot \Delta \tau}{\frac{\Delta T}{\Delta X} \cdot \Delta S \cdot \Delta \tau} = \frac{P}{\frac{\Delta T}{\Delta X} \cdot \Delta S}. \quad (7)$$

Из уравнения (7) видно, что коэффициент теплопроводности показывает, какое количество теплоты переносится через единичную площадку в единицу времени при градиенте

температуры, равном единице. Коэффициент теплопроводности зависит от температуры, но при небольших определенных интервалах температур его можно считать постоянным.

При подстановке значений экспериментальных величин в известные теплофизические формулы (5)–(7) получены величины удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, а полученные результаты сведены в таблицу.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При измерении толщины вкладыша присутствовала погрешность, вызванная перегревом индикатора часового типа выше комнатной температуры. Несмотря на указанную погрешность, в данном случае для сравнения двух образцов достаточно использовать относительные показатели, что устраняет данный недостаток.

Приведенные исследования направлены на ликвидацию аварийных отказов сопряжения «вкладыш – коленчатый вал» из-за применения некондиционных вкладышей, поскольку при неправильном подборе материалов, из которых изготовлен вкладыш, может произойти сверхнормативное увеличение толщины вкладыша, изменение физико-механических, теплофизических свойств моторного масла. Это влияет на снижение величины зазора, толщины масляной пленки, что приводит к непосредственному контакту поверхности шейки коленчатого вала с поверхностью вкладыша и в итоге вызывает процесс задира, схватывания.

Таблица
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Table
INITIAL DATA AND EXPERIMENT RESULTS

Параметры	Подшипник скольжения фирмы «Cummins» (США)	Подшипник скольжения фирмы «Mahle» (Германия)
Температура нагревателя, °C	260	260
Температура образца в начале эксперимента, °C	40	40
Температура образца в конце эксперимента, °C	92	74
Величина изменения толщины образца, мм	0,104	0,102
Площадь пятна контакта образца с поверхностью нагревателя, мм ²	308	308
Масса образцов, кг	0,214	0,210
Удельная теплоемкость, Дж/(кг · °C)	9279,8	14479,6
Коэффициент теплопроводности, Вт/(°C · м)	4,34 · 10 ⁻⁴	3,85 · 10 ⁻⁴

При уменьшении зазора и вязкости моторного масла значительно повышается вероятность проворачивания вкладышей, образования задиров. При попадании мелкодисперсных инородных частиц в контактную зону образуются следы абразивного изнашивания, глубокие борозды, вызывающие уменьшение толщины масляной пленки. Из-за этого интенсифицируются нагрузки в рабочей контактной зоне вкладыша и, как следствие, происходит нарушение теплового режима, приводящее к отказам.

Исходя из полученных результатов, можно заключить следующее:

а) удельная теплоемкость подшипника скольжения фирмы «Cummins» (США) ниже в 1,56 раза по сравнению с тем же показателем подшипника скольжения фирмы «Mahle» (Германия).

б) коэффициент теплопроводности подшипника скольжения фирмы «Cummins» (США) выше на 11% в сравнении с тем же показателем подшипника скольжения фирмы «Mahle» (Германия).

в) величина, обратная градиенту температуры оригинального вкладыша, при его нагревании в 1,27 раза ниже по сравнению с неоригинальным подшипником скольжения. Это свидетельствует о том, что при одной и той же рабочей температуре вкладышей толщина неоригинального вкладыша будет больше. Для более точного определения величины превышения толщины вкладыша производства фирмы «Mahle» по отношению к толщине вкладыша производства фирмы «Cummins» в процессе эксплуатации необходимы дальнейшие исследования данного вопроса.

Это еще раз доказывает, что оригинальные вкладыши более приспособлены к жестким условиям эксплуатации, т.е. плохая передача тепла от вкладыша к телу шатуна может привести к значительной разнице объемного расширения сопрягаемых деталей, а именно шейки коленчатого вала и подшипника скольжения в теле шатуна. В конечном счете это скажется на толщине масляной пленки, которая изменится в сторону уменьшения, а неисправности системы охлаждения, системы питания, нарушение режимов технической эксплуатации, перегрузка машины усугубят появление задир. Большая величина, обратная градиенту температуры неоригинального вкладыша при его нагревании также будет способствовать уменьшению толщины масляной пленки. В ходе исследования рабочей поверхности вкладышей нескольких двигателей внутренне-

го сгорания был сделан вывод, что в системе смазки инородные частицы попадают в зону трения, что дополнительно ухудшает условия эксплуатации подшипников скольжения и повышает вероятность их задир.

Как уже говорилось выше, одной из главных функций подшипников скольжения коленчатого вала ДВС является теплоотвод [9, 10, 11, 12]. Полученные в ходе эксперимента данные косвенно свидетельствуют о том, что материал, из которого изготовлен подшипник скольжения – заменитель, не будет отвечать в полной мере тем техническим условиям, на которые рассчитан оригинальный подшипник скольжения. В процессе работы сопряжения «подшипник скольжения – масло – шейка коленчатого вала» возникающая в ходе трения тепловая энергия в меньшей степени поглощается неоригинальным вкладышем. Тепловая энергия возникает вследствие силы трения. Предположим, что вкладыши фирмы «Cummins» и неоригинальные вкладыши в ходе трения сопряжения «вкладыш – шатунная шейка» на одних и тех же рабочих режимах будут выделять одну и ту же величину вырабатываемой тепловой энергии при работе ДВС. Так как неоригинальный вкладыш будет меньше нагреваться в процессе трения (на что указывают результаты эксперимента), то непоглощенная им температура, т.е. та разница, которая поглощалась бы вкладышем фирмы «Cummins», поглощается маслом. В связи с этим у моторного масла повышается температура, снижается динамическая вязкость, уменьшается толщина масляной пленки, снижается коэффициент надежности гидродинамического трения, который должен быть не менее 2 [9, 12]. При использовании неоригинальных подшипников скольжения повысится теплонапряженность работы сопряжения «вкладыш – шатунная шейка», т.е. детали будут работать при более высоких температурах. Меньшая теплопроводность и большая теплоемкость вкладыша фирмы «Mahle» свидетельствует о том, что он медленнее нагревается и остывает. Из-за этого термоотвод тепла от масла к вкладышу происходит хуже, и оно больше разжижено из-за более высокой температуры в зоне трения.

Завод-изготовитель «Cummins» при проектировании ДВС разработал специальный сплав вкладыша, который обладает определенными теплофизическими свойствами. Результаты полученного опыта показывают, что аналогичный неоригинальный вкладыш, схожий по геометрическим размерам, уступает оригинальной конструкции вкладыша по пара-

метру теплопроводности. При использовании неоригинальных вкладышей необходимо осуществлять подбор моторного масла с другими вязкостно-температурными свойствами.

В настоящей статье рассмотрена только одна из причин проворачивания подшипников скольжения, связанная с нарушениями правил ремонта, – несоответствие качества материала изделия. Однако помимо этой причины существует множество других, таких как некондиционное моторное масло, несоответствие геометрических параметров сопряжения «подшипник скольжения – шейка коленчатого вала», неисправности системы охлаждения и т.д. Тем не менее качество материала при изготовлении подшипников скольжения должно определяться обобщенным параметром, и при этом его проверка не должна требовать больших финансовых, временных и трудовых затрат. По мнению авторов, вышерассмотренные параметры контроля отвечают данным критериям.

Достоинство предлагаемого экспресс-метода – осуществление контроля качества подшипников скольжения без использования сложного технологического оборудования. Применение относительных значений в данном случае допустимо. В случае необходимости определения более точной причины различия теплофизических, физико-механических свойств сравниваемых подшипников скольжения должно применяться более высокоточное оборудование. Предлагаемый метод позволяет сократить количество измерений сложным технологическим оборудованием, тем самым значительно сокращая стоимость и трудоемкость технического контроля.

Таким образом, внедрение предлагаемого метода в ремонтное производство снизит вероятность применения подшипников скольжения, не соответствующих теплофизическим параметрам контроля оригинальных изделий, а значит, сократит вероятность их задира, проворачивания в гарантийный период наработки, издержки на проведение дорогостоящих анализов химического состава материалов, потерь времени на их выполнение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов В.Н., Салихов Р.Ф., Груснев М.Г. Оптимальное планирование функционирования систем производственной, технической эксплуатации и развития парков дорожно-строительных машин: монография. Омск: СибАДИ, 2013. 196 с.
2. Безюков О.К., Кордаков А.А. Средства

для контроля теплового состояния деталей остова судовых дизелей // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2009. № 2 (2). С. 83–90.

3. Акимов В.В., Громовик А.И., Грязнов А.Ю. Снижение абразивного износа элементов мельниц ударно-интегрального действия с применением твердых безвольфрамовых сплавов TiC- TiNi // Вестник СибАДИ. 2017. № 2 (54). С. 48–52.

4. Акимов В.В. Исследование теплофизических свойств твердых сплавов TiC- TiNi в зависимости от температуры и состава связующей фазы // Теплофизика и аэромеханика. 2003. Т. 10. №1. С. 113–116.

5. Xinmin Li, Ulf Olofsson. A study on friction and wear reduction due to porosity in powder metallurgic gear materials // Tribology international. June 2017. Vol. 110. P. 86-95.

6. A study of the efficiency of spur gears made of powder metallurgy materials – ground versus super-finished surfaces. Xinmin Li, Mario Sasa, Martin Andersson, Ulf Olofsson // Tribology international. March 2016. Vol. 95. P. 211-220.

7. Modelling and experimental study of fatigue of powder metal steel (FC-0205). Allison P.G., Hammi Y., Jordon J.B., Horstemeyer M.F. // Powder Metallurgy. July 2013. Vol.56, issue 5, pp. 388-396. DOI: 10.1179/1743290113Y.0000000063.

8. Филатов С.В., Цуников А.Ю. Тепловизионный контроль изготовления деталей и узлов аппаратуры // Транспортное дело России. 2014. № 3. С. 112–114.

9. Захаров С.М., Никитин А.П., Загорянский Ю.А. Подшипники коленчатых валов тепловозных дизелей. М.: Транспорт, 1981. 181 с.

10. Хрулев А.Э. Почему застучал вкладыш? <http://forum.24subaru.ru/dvigatel-i-navesnoe-oborudovanie-subaru/2652-pochemu-zastuchal-vkladysh.html> (дата обращения: 02.05.2018).

11. Mc. Geehan, J. and Ryason, P. Million Mile Bearings: Lessons From Diesel Engine Bearing Failure Analysis. SAE Technical Paper 1999-01-3576, 1999, <https://doi.org/10.4271/1999-01-3576> (дата обращения: 28.05.2018).

12. Тепло и маслообмен. Теплотехнический эксперимент: справочник / под ред. В.А. Григорьева, В.Н. Зорина. М.: Энергоиздат, 1982. Т. 2. 512 с.

13. Неймарк Б.Е. Физические свойства сталей и сплавов, применяемых в энергетике:

справочник / под редакцией Б.Е. Неймарка. М., Л.: Энергия, 1967. 240 с.

14. Волкова В.К. Теплофизические свойства композиционных материалов с полимерной матрицей и твердых растворов: монография. М.: Наука образования, 2011. 104 с.

15. Орданьян С.С. Жаростойкость и жаропрочность легированных твердых сплавов WC-Co-Ni-RE(MN) / С.С. Орданьян, И.В. Пантелеев, Т.В. Лукашова // Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2010. № 2 С. 23–25.

16. Платунов Е.С. Теплофизические измерения в монотонном режиме. М.: Энергия, 1973. 170 с.

17. Акимов В.В. Зависимость теплопроводности и износа твердых сплавов на основе карбида титана от состава связующей фазы // Омский научный вестник. 2005. №3 (32). С. 110–111.

18. Акимов В.В., Мишуров А.Ф., Акимова Е.В. Жаростойкость безвольфрамовых твердых сплавов TiC-TiNi в зависимости от объемного состава композиции при нагреве до высоких температур // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 10. С. 688–691.

19. Wang Y., Lu Z., Ruan X. First principles calculation of lattice thermal conductivity of metals considering phonon-phonon and phonon-electron scattering. // Journal of applied Physics. 119 (22) (2016). <https://pdfs.semanticscholar.org/bc1b/45e1a13869e743aa747e9b5925795aa428c7.pdf> (дата обращения: 02.06.2018).

20. Thermal conductivity of ceramic/metal composites from preforms produced by freeze casting. Hautcoeur D., Lardot V., Cambier F. et al. // Ceramics International. 2016. Vol. 42, № 12. P. 14077-14085.

REFERENCES

1. Ivanov V.N., Salikhov R.F., Grusnev M.G. *Optimalnoe planirovanie funktsionirovaniya sistem proizvodstvennoi, tekhnicheskoi ekspluatatsii i razvitiya parkov dorozhno-stroitelnykh mashin* [Optimal planning of the functioning of the production, technical operation and development of road-building machinery parks]. Omsk: SibADI, 2013. 196 p. (in Russian).

2. Bezyukov O.K., Kordakov A.A. Sredstva dlya kontrolya teplovogo sostoyaniya detalei ostova sudovykh dizelei [Facilities for control of the thermal state of details of marine diesels]. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova*, 2009, no 2 (2), pp. 191-192. (in Russian).

3. Akimov V.V., Gromovik A.I., Grjaznov A.Ju. Snizhenie abrazivnogo iznosa jelementov mel'nic udarno-integral'nogo dejstvija s primeneniem tverdykh bezvol'framovykh splavov TiC-TiNi [Reducing the abrasive wear of the elements of impact-integrated mills using hard wolfram-free alloys TiC-TiNi]. *Vestnik SibADI*, 2017, no 2 (54), pp. 48-52. (in Russian).

4. Akimov V.V. Issledovanie teplofizicheskikh svoystv tverdykh splavov TiC-TiNi v zavisimosti ot temperatury i sostava svyazuyushchei fazy [Investigation of the thermophysical properties of TiC-TiNi hard alloys depending on the temperature and composition of the binder phase]. *Teplofizika i aeromekhanika*, 2003, Vol. 10, no 1, pp. 113-116. (in Russian).

5. Xinmin Li, Ulf Olofsson. A study on friction and wear reduction due to porosity in powder metallurgic gear materials. *Tribology international*. June 2017. Vol. 11, pp. 86-95.

6. A study of the efficiency of spur gears made of powder metallurgy materials – ground versus super-finished surfaces. Xinmin Li, Mario Sasa, Martin Andersson, Ulf Olofsson. *Tribology international*. March 2016. Vol. 95, pp. 211-220.

7. Modelling and experimental study of fatigue of powder metal steel (FC-0205). Allison P.G., Hammi Y., Jordon J.B., Horstemeyer M.F. *Powder Metallurgy*. July 2013. Vol.56, issue 5, pp. 388-396. DOI: 10.1179/1743290113Y.0000000063.

8. Filatov S.V., Tsunikov A.Yu. Teplovizionnyi kontrol' izgotovleniya detalei i uzlov apparatury [IR (Thermal) monitoring of manufacturing parts and units of equipment]. *Transportnoe delo Rossi*, 2014, no 3, pp. 112 - 114. (in Russian).

9. Zaharov S.M., Nikitin A.P., Zagorjanskij Ju.A. *Podshipniki kolenchatykh valov teplovoznykh dizelej* [Crankshaft bearings of diesel locomotive diesels]. Moscow, Transport, 1981. 181 p. (in Russian).

10. Khrulev A.E. Pochemu zastuchal vkladyshe? [Why have liner knocked?] <http://forum.24subaru.ru/dvigatel-i-navesnoe-oborudovanie-subaru/2652-pochemu-zastuchal-vkladyshe.html> (application date: 02.05.2018). (in Russian).

11. Mc Geehan, J. and Ryason, P. Million Mile Bearings: Lessons From Diesel Engine Bearing Failure Analysis. SAE Technical Paper 1999-01-3576, 1999, <https://doi.org/10.4271/1999-01-3576> (accessed: 28.05.2018).

12. Teplo i masloobmen. Teplotekhnicheskij jeksperiment: Spravochnik [Heat and oil exchange. Thermal Engineering Experiment: Handbook]. Moscow, Energoizdat, 1982. Vol. 2. 512 p. (in Russian).

13. Nejmark B.E. *Fizicheskie svojstva stalej i splavov, primenjaemyh v jenergetike: Spravochnik* [Physical properties of steels and alloys used in the energy sector: Handbook]. Moscow, Leningrad: Energija, 1967. 240 p. (in Russian).

14. Volkova V.K. *Teplofizicheskie svojstva kompozicionnyh materialov s polimernoj matricej i tverdyh rastvorov* [Thermophysical properties of composite materials with polymer matrix and solid solutions]. Moscow, Nauka obrazovaniya, 2011. 104 p. (in Russian).

15. Ordanjan S.S. Zharostojkost i zharoprochnost legirovannyh tverdyh splavov WC-Co-Ni-RE(MN) [Heat resistance and high-temperature strength of doped hard alloys WC-Co-Ni-RE(MN)]. *Poroshkovaja metallurgija i funkcional'nye pokrytija*, 2010, no 2, pp. 23-25. (in Russian).

16. Platunov E. S. *Teplofizicheskie izmerenija v monotonom rezhime* [Thermophysical measurements in monotonous mode]. Moscow, Energija, 1973. 170 p. (in Russian).

17. Akimov V.V. Zavisimost' teploprovodnosti i iznosa tverdykh splavov na osnove karbida titana ot sostava svyazuyushchej fazy [The dependence of thermal conductivity and wear of solid alloys based on titanium carbide on the composition of the binder phase]. *Omskii nauchnyi vestnik*, 2005, no 3 (32), pp. 110-111. (in Russian).

18. Akimov V.V., Mishurov A.F., Akimova E.V. Zharostojkost' bezvol'framovykh tverdyh splavov TIC-TINI v zavisimosti ot obyemnogo sostava kompozicii pri nagreve do vysokih temperatur [Heat resistance of TIC-TINI tungsten-free hard alloys, depending on the volumetric composition of the compound when heated to high temperatures]. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Chernaja metallurgija*, 2016. Vol. 59, no 10, pp. 688-691. (in Russian).

19. Wang Y., Lu Z., Ruan X. First principles calculation of lattice thermal conductivity of metals considering phonon-phonon and phonon-electron scattering. *Journal of applied Physics*. 119 (22) (2016). <https://pdfs.semanticscholar.org/bc1b/45e1a13869e743aa747e9b5925795aa428c7.pdf> (accessed: 02.06.2018).

20. Thermal conductivity of ceramic/metal composites from preforms produced by freeze casting. Hautcoeur D., Lardot V., Cambier F. at al. *Ceramics International*. 2016. Vol. 42, № 12. P. 14077-14085.

Поступила 22.10.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Салихов Ринат Фокилевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВО «СибАДИ» ORCID 0000-0002-9619-7789 (644080, г. Омск, e-mail: salikhorinat@yandex.ru).

Акимов Валерий Викторович – д-р техн. наук, проф. кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» ORCID 0000-0003-3756-5120 (644080, г. Омск, e-mail: splavtini@mail.ru).

Мишуров Александр Федорович – заведующий лабораторией кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» ORCID 0000-0003-3666-1612 (644080, г. Омск, e-mail: expert@sibadi.org).

Мусагитова Галия Нильевна – канд. филол. наук, доц. кафедры «Иностранные языки» ФГБОУ ВО «СибАДИ» ORCID 0000-0001-7447-5357 (644080, г. Омск, e-mail: galiarta@mail.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Salikhov Rinat Fokilevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation and Maintenance of Transport and Technological Machines and Complexes in Construction, ORCID 0000-0002-9619-7789, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, e-mail: salikhorinat@yandex.ru).

Akimov Valery Victorovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automobiles, structural materials and technologies, ORCID 0000-0003-3756-5120, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, e-mail: splavtini@mail.ru).

Mishurov Alexander Fedorovich – Head of the Laboratory of the Department of Automobiles, construction materials and technologies, ORCID 0000-0003-3666-1612, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, e-mail: expert@sibadi.org).

Musagitova Galiya Nilievna – Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Foreign Languages Department, ORCID 0000-0001-7447-5357, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, e-mail: galiarta@mail.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Салихов Р.Ф. Участие в проведении экспериментов по изменению теплофизических параметров испытываемых подшипников скольжения. Введение. Расчет тепловых параметров. Построение графических зависимостей изменения толщины вкладышей от температуры их нагрева, температуры от продолжительности их нагрева. Разработка методики. Проверка и корректировка статьи. Обсуждение и заключение.

Акимов В.В. Участие в проведении экспериментов по изменению теплофизических параметров испытываемых подшипников скольжения. Теоретические положения определения теплопроводности, удельной теплоемкости, сравнение свойств материалов испытываемых подшипников скольжения. Обсуждение и заключение.

Мишуров А.Ф. Технические вопросы организации проведения экспериментов по изменению тепловых параметров испытываемых подшипников скольжения, измерение толщины образцов, взвешивание. Обсуждение и заключение.

Мусагитова Г.Н. Анализ состояния вопроса. Обзор существующей литературы. Анализ полученных параметров теплопроводности, удельной теплоемкости подшипников скольжения различных производителей. Обсуждение и заключение. Оформление готового варианта статьи.

AUTHORS CONTRIBUTION

Salikhov R.F. Participation in carrying out experiments on change of thermalphysic parameters of the tested plain bearings. Introduction. Calculation of thermal parameters. Construction of graphical dependences of the change of bushings thickness on the temperature of their warming, the temperature on their warming duration. Development of the technique. Checking and correction of the article. Discussion and conclusions.

Akimov V.V. Participation in carrying out experiments on change of thermalphysic parameters of the tested plain bearings. Theoretical regulations for the determination of thermal conductivity, specific heat capacity, comparison of material properties of the tested plain bearings. Discussion and conclusions.

Mishurov A.F. Technical issues of organizing of carrying out experiments on change of thermalphysic parameters of the tested plain bearings. Discussion and conclusions.

Musagitova G.N. Analysis of the question state. Review of existing literature. Analysis of the obtained parameters of thermal conductivity, specific heat capacity of plain bearings of various manufacturers. Discussion and conclusions. The presentation of the article finished version.

УДК 621.752.3

ОПОРА ДЛЯ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

***В.Н. Сорокин¹, И.Ю. Ефимов²**

¹ Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

² ФГУП «ФНПЦ «Прогресс», г. Омск, Россия

*sorokin.vn@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Повышение устойчивости дорожного полотна, от которой во многом зависит долговечность дорожного покрытия, – это одна из наиболее актуальных задач дорожного строительства, в которой также как и при производстве строительных материалов широко используются вибрационные процессы. Механизация производственных процессов в строительстве, рост мощности и быстродействия технологического оборудования приводят к возрастанию динамических нагрузок на его детали и узлы.

Для снижения динамических нагрузок в деталях и узлах строительных машин и оборудования, а также снижения негативного влияния вибрации на обслуживающий персонал необходимо изолировать виброгенерирующие узлы и агрегаты от базовой части машины, при этом не ущемляя работы рабочего органа, на который они воздействует.

Материалы и методы. Для изоляции виброактивных элементов машин используют виброопоры различных конструкций. В настоящей работе предложена конструкция виброопоры с эффектом квазинулевой жесткости, в которой в качестве опорного упругого элемента используется резинокордная оболочка типа И-09, а в качестве догружающего элемента (корректора) торообразная резиновая оболочка, которая опирается на четыре одинаковых опорных сегмента, каждый из этих сегментов представляет собой четвертую часть кольцевой трубы, разрезанной на две части вертикальной цилиндрической плоскостью. Внешние части каждого сегмента с помощью шарниров соединены со стойками, закрепленными на основании опоры, а внутренние части каждого сегмента также с помощью шарниров соединены с опорным упругим элементом и виброизолируемой массой. Описан порядок работы предложенной конструкции.

Составлена математическая модель виброопоры с эффектом квазинулевой жесткости.

Результаты. Решение уравнений математической модели выполнено на ЭВМ в среде Matlab с расширением Simulink. По значениям, полученным в результате решения уравнений математической модели, построен график изменения деформации торообразной оболочки корректора в зависимости от смещения массы, а также графики движения виброизолируемого объекта массой 100 кг для вариантов несущей пружины без дополнительного объема и с дополнительным объемом, равным объему несущей пневмопружины в диапазоне 1 – 10 Гц.

Обсуждение и заключение. Определены значения давления в оболочке корректора в зависимости от массы изолируемого объекта.

Из приведенного графика следует, что в процессе работы виброопоры деформации оболочки корректора могут быть обеспечены конструкцией опоры за счет эластичности материала оболочки.

Применение дополнительного объема вместе с корректором жесткости позволяет получить более широкий участок нагрузочной характеристики с квазинулевой жесткостью и улучшить виброзащитные свойства опоры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пневмопружина, резинокордная оболочка, догружающий элемент, виброизоляция объекта, системы с квазинулевой жесткостью.

© В.Н. Сорокин, И.Ю. Ефимов



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

SUPPORT FOR VIBRATION ISOLATION OF THE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

*V.N. Sorokin¹, I.Y. Efimov²

¹ Omsk State Technical University,
Omsk, Russia

² Federal State Unitary Enterprise «Progress»,
Omsk, Russia

*sorokin.vn@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The most urgent tasks of road construction is to improve the sustainability of the roadway, on which the durability of the road surface largely depends and vibration processes are widely used. Moreover, the mechanization of production processes in construction, the growth of power and speed of technological equipment lead to increasing in dynamic loads on its parts and assemblies. To reduce the dynamic loads in the parts and assemblies of construction machines and equipment, as well as to reduce the negative impact of vibration on the staff, it is necessary to isolate the vibration-generating units and assemblies from the base part of the machine.

Materials and methods. The vibro-supports of various designs are used to isolate the vibro-active elements of machines. The authors propose the vibration support design with a quasi-zero stiffness effect, in which the rubber-cord shell of the I-09 type is used as a supporting elastic element, and also the toroid-shaped rubber shell that relies on four identical support segments. In addition, each segment represents the fourth part of the annular tube and cut into two parts by a vertical cylindrical plane. The outer parts of each segment are connected with hinges to the posts and fixed on the support base, and the inner parts of each segment are also connected to a supporting elastic element and a vibration-proof mass is connected by means of hinges. The authors describe the working procedure of the proposed construction and compile the mathematical model of vibration support with a quasi-zero stiffness effect.

Results. As a result, the equations of the mathematical model are performed in Matlab with the Simulink extension. The values of the equations are used to plot the strain variation of the toroidal shell of the corrector, which depends on the mass displacement, as well as on the motion patterns of a vibration-proof object of 100 kg for variants of the carrier spring without additional volume and with additional volume of the 1 - 10 Hz pneumatic spring carrier.

Discussion and conclusions. The authors determine the pressure in the corrector shell, depending on the isolated object mass. Therefore, the deformation of the corrector shell could be provided with a support structure due to the elasticity of the shell material. The usage of additional volume together with the stiffness corrector allows to obtain a wider area of the load characteristics with quasi-zero stiffness and to improve the vibration-protective properties of the support.

KEYWORDS: pneumatic spring, rubber-cord shell, additional element, vibration isolation of the object, systems with quasi-zero stiffness.

© V.N. Sorokin, I.Y. Efimov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие строительной индустрии в нашей стране и за рубежом невозможно без создания высокопроизводительных, энергонасыщенных машин и оборудования. В машинах для производства и уплотнения строительных материалов, таких как грохоты, виброплиты, транспортеры и т.п. широко используются вибрационные процессы. Это неизбежно приводит к интенсивности и расширению спектра их вибрационных полей. Вибрация вызывает увеличение динамических нагрузок в элементах конструкции, стыках и сопряжениях, снижение несущей способности деталей, способствует формированию и росту трещин, оказывает негативное влияние на здоровье персонала [1,2]. Уменьшить отрицательное влияние вибрации на персонал и оборудование позволяет виброизоляция виброактивных элементов машин. Проблемы виброизоляции объектов возникают также практически во всех областях современной техники.

Для защиты от динамических воздействий виброактивных объектов широко применяются виброизолирующие системы, устанавливаемые между источником вибрации и защищаемым объектом.

Для виброизоляции виброактивных элементов машин и оборудования используются как активные, так и пассивные системы. Для защиты от вредной вибрации целесообразно применять пассивные системы как более простые и экономически оправданные.

Основными характеристиками пассивного виброизолятора является частота его собственных колебаний и несущая способность (реакция на статическую нагрузку). Чем ниже частота собственных колебаний, тем шире может быть диапазон частот возмущающей силы, в котором виброизолятор эффективен. Однако при этом в линейных вибрационных системах несущая способность виброизолятора не может быть обеспечена без увеличения габаритных размеров.

Для построения виброзащитных систем с малой собственной частотой колебаний возможно использование нелинейных систем с квазиулевым жесткостью [3,4,5]. Эти системы отличаются тем, что в рабочем диапазоне они имеют пологий участок силовой характеристики, и, таким образом, обладают малой жесткостью, сохраняя высокую несущую способность в положении равновесия. Это позволяет рассматривать их в качестве средств виброизоляции объектов с большой массой,

эффективных на низких частотах колебаний [6, 7], хотя настройка этих систем может вызывать определенные трудности.

Следовательно, виброизоляция элементов технологического оборудования, в котором используются вибрационные процессы, а также движущиеся неуравновешенные детали с использованием систем с квазиулевым жесткостью [8,9] являются актуальной задачей, которая требует своего решения.

КОНСТРУКЦИЯ ВИБРООПОРЫ С КВАЗИУЛЕВОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

Для виброизоляции различного вида виброактивных объектов предлагается опора с эффектом квазиулевого жесткости, рисунок 1. Виброактивная масса 1 опирается на несущую пневмопружину 2, в частности, на базе резинордной оболочки (например И-09), которая воспринимает статическую нагрузку опоры. Кроме этого опоры имеет корректор жесткости, который включает в себя находящуюся под избыточным давлением торообразную резиновую оболочку 3, опирающуюся на четыре одинаковых опорных сегмента 4. Каждый сегмент представляет собой четвертую часть кольцевой трубы, разрезанной на две части вертикальной цилиндрической плоскостью. Внешние части каждого сегмента с помощью шарниров 5 соединены со стойками 6, закрепленными на основании опоры 7. Внутренние части каждого сегмента также с помощью шарниров соединены с массой 1.

При колебаниях виброактивной массы 1 происходит деформация пневмопружины 2, а также включается в работу корректор жесткости опоры. Шарнирное соединение сегментов 4 позволяет при колебаниях массы отклонять от среднего положения результирующее упругое усилие, создаваемое торообразной оболочкой 4. При этом вертикальная составляющая усилия, создаваемого торообразной оболочкой, всегда направлена противоположно силе, создаваемой несущей пневмопружиной 2, то есть компенсирует ее, образуя эффект квазиулевого жесткости в определенном диапазоне смещений массы.

Применение для создания корректора жесткости торообразной оболочки, находящейся под избыточным давлением, в сравнении с горизонтально установленными и шарнирно закрепленными пневмопружинами на базе пневмоцилиндра с поршнем позволяет уменьшить габариты опоры и исключить силу трения скольжения поршня в цилиндре, снижающую виброизоляционные свойства опоры.

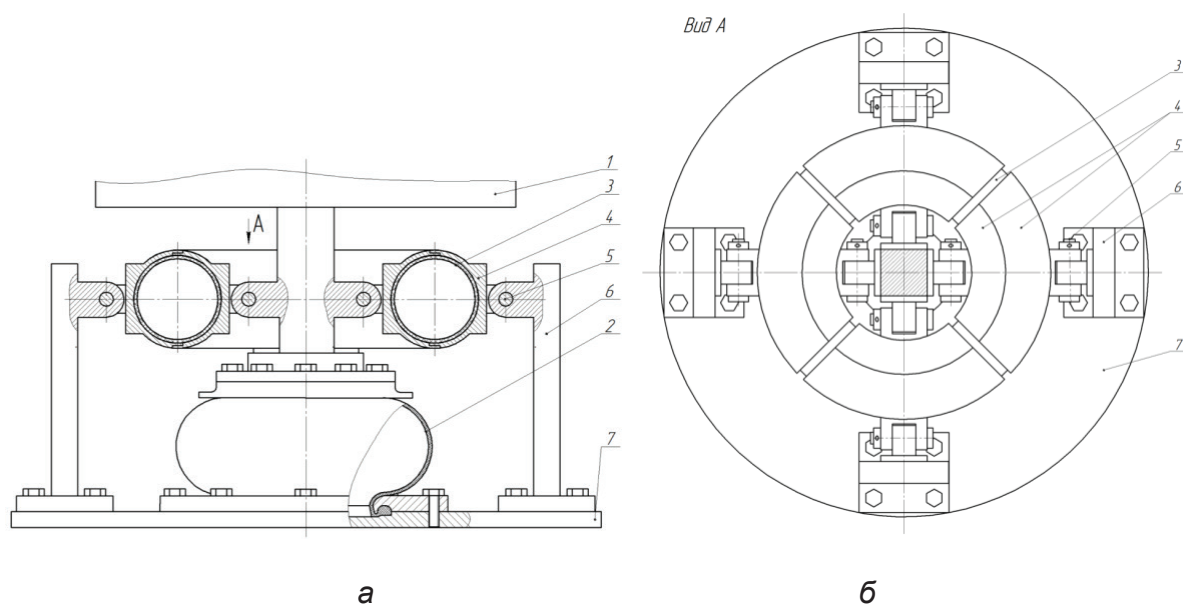


Рисунок 1 – Конструкция опоры с эффектом квазинулевой жесткости:
а – вид сбоку, б – вид сверху

Figure 1 – Support structure with quasi-zero stiffness effect; а – side view, б – top view

Конструкция опоры позволяет перенастраивать ее в определенных пределах при изменении статической нагрузки без ухода рабочей точки с середины участка с квазинулевой жесткостью. Для этого необходимо нужным образом изменять давление в несущей пневмопружины и в торообразной оболочке корректора.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИБРООПОРЫ С КВАЗИНУЛЕВОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

Для оценки динамики и эффективности виброизоляции предложенной опоры определим сначала упругую силу несущей пневмопружины И-09 [10] и вертикальную составляющую упругой силы корректора в предположении, что опора совершает поступательное движение вдоль вертикальной оси. Упругая сила несущей пневмопружины

$$P_{\text{уп}}(x) = (p_{\text{из}} + p_A) \left(\frac{V_0}{V_0 - F_{\Pi}(x) \cdot x} \right)^n F_{\Pi}(x) - mg - p_A F_{\Pi}(x), \quad (1)$$

где m – масса, приходящаяся на одну опору;

$p_{\text{из}}$, p_A – избыточное давление в пневмопружины и атмосферное давление;

V_0 – объём пневмопружины в положении равновесия опоры;

n – показатель политропы (для низких частот порядка 2 – 10 Гц можно принять $n = 1,3-1,4$) [11, 12];

$F_{\Pi}(x)$ – эффективная площадь пневмопружины, которая в общем случае является функцией смещения ее верхнего днища x при неподвижном нижнем днище (для резинокордной оболочки диафрагменного типа она постоянна).

Для рассматриваемой пневмопружины на базе резинокордной оболочки И-09 на основе экспериментальных данных можно принять $V_0 = 0,00073 \text{ м}^3$, тогда

$$F_{II}(x) = F_{II0} \left(1 + \frac{k_1}{F_{II0}} x + \frac{k_2}{F_{II0}} x^2 \right), \quad (2)$$

где $F_{II0} = 0.0064 \text{ М}^2$ – эффективная площадь в положении равновесия;
 $k_1 = 0,035 \text{ м}$, $k_2 = 0,75$ – коэффициенты изменения эффективной площади от хода пневмопружины.

Расчетная схема опоры с корректором показана на рисунке 2. Определим выражение для вертикальной составляющей упругой силы, создаваемой четырьмя сегментами корректора и приложенной к виброизолируемому объекту¹.

$$\begin{aligned} P_{\text{кор}}(x) &= \left[(p_0 + p_A) \left(\frac{V_{\kappa 0}}{V_{\kappa 0} + F \cdot \Delta l} \right)^n - p_A \right] F \cdot \sin \alpha = \\ &= \frac{F}{\sqrt{l^2 + x^2}} \left[(p_0 + p_A) \left(\frac{V_{\kappa 0}}{V_{\kappa 0} + F \cdot \Delta l} \right)^n - p_A \right] x, \end{aligned} \quad (3)$$

где p_0 – избыточное давление в торообразной оболочке корректора;

$V_{\kappa 0}$ – статический объем торообразной оболочки корректора;

l – расстояние между осями шарниров сегментов корректора в положении равновесия;

$\Delta l = \sqrt{l^2 + x^2} - l$ – увеличение этого расстояния при смещении объекта из положения равновесия по вертикали на величину x ;

α – угол наклона линии, соединяющей оси шарниров сегментов корректора с горизонталью в текущем положении;

F – эффективная площадь торообразной оболочки корректора:

$$F = \pi D_{\text{ср}} d_{\text{вн}}, \quad (4)$$

где $D_{\text{ср}}$ – средний диаметр торообразной оболочки корректора;

$d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр круглого сечения торообразной оболочки корректора.

Уравнение движения массы m в данном случае можно записать:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + P_{\text{уп}}(x) - P_{\text{кор}}(x) = P_0 \sin \omega t \quad (5)$$

где $P_{\text{уп}}(x)$ – усилие несущей пневмопружины И-09;

$P_{\text{кор}}(x)$ – усилие пневмопружины корректора;

b – коэффициент демпфирования в опоре;

P_0, ω – амплитуда и частота вибровозбуждающей силы.

Для того чтобы получить на нагрузочной характеристике опоры нулевую жесткость, в положении равновесия необходимо приравнять статическую жесткость несущей пневмопружины И-09 к статической жесткости корректора, которая получается из выражения (3):

$$C_{\text{кор}}^{\text{ст}} = \frac{p_0 F}{l}. \quad (6)$$

¹ Бурьян Ю.А., Силков М.В. Опора для технологического оборудования с корректором жесткости на базе пневмопружины с резинокордной оболочкой // Материалы II Международной научно-технической конференции «Проблемы машиностроения». Омск, 2018 г. С 34-39.

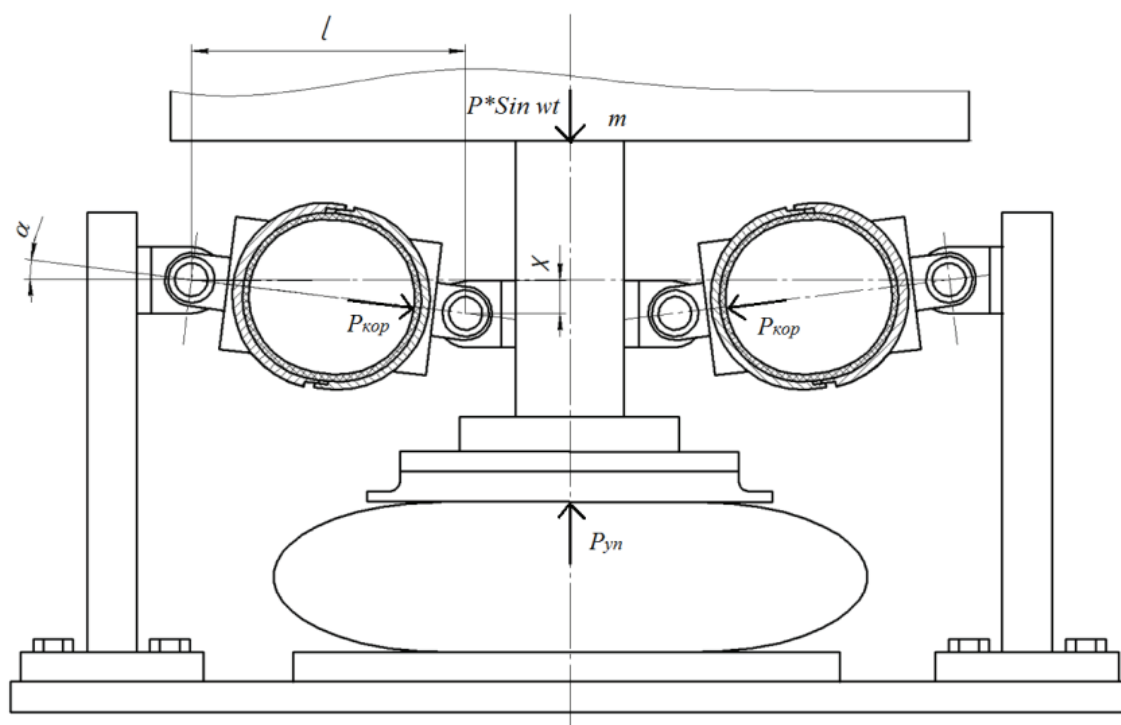


Рисунок 2 – Расчетная схема опоры с эффектом квазинулевой жесткости

Figure 2 – Support scheme with quasi-zero stiffness effect

Выражение для статической жесткости несущей пневмопружины И-09 может быть получено дифференцированием выражения (1) по x с учетом (2) и с подстановкой в полученное выражение $x = 0$. В результате получаем

$$C_{\text{ст}} = (p_{\text{из}} + p_A) \frac{nF_{\text{п0}}^2}{V_0} + k_1 p_{\text{из}}, \quad (7)$$

где избыточное давление в несущей пневмопружине можно определить из выражения

$$p_{\text{из}} = \frac{mg}{F_{\text{п0}}}. \quad (8)$$

Приравняв выражения (6) и (7) и учитывая выражение (8), можно определить статическое избыточное давление p_0 , которое необходимо обеспечить в торообразной оболочке корректора для создания на нагрузочной характеристике опоры нулевой жесткости в положении равновесия

$$p_0 = \left[(p_{\text{из}} + p_A) \frac{nF_{\text{п0}}^2}{V_0} + k_1 p_{\text{из}} \right] \frac{\lambda l}{F}, \quad (9)$$

где λ – коэффициент, учитывающий параметры корректирующей оболочки.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

На рисунке 3 показан график изменения давления p_0 в зависимости от нагрузки массой m на одну опору, построенный для пневмопружины И-09. Для торообразной оболочки корректора приняты следующие размеры $D_{\text{ср}} = 0,147$ м, $d_{\text{вн}} = 0,051$ м, расстояние между осями шарниров сегментов корректора в положении равновесия $l = 0,081$ м. Из графика на рисунке 3 видно, что значения давлений в оболочке корректора в зависимости от массы объекта находится в интервале от 0,04 до 0,126 мПа.

Решения уравнений выполнено на ЭВМ в среде Matlab с расширением Simulink. По значениям, полученным в результате решения дифференциального уравнения (5) построены

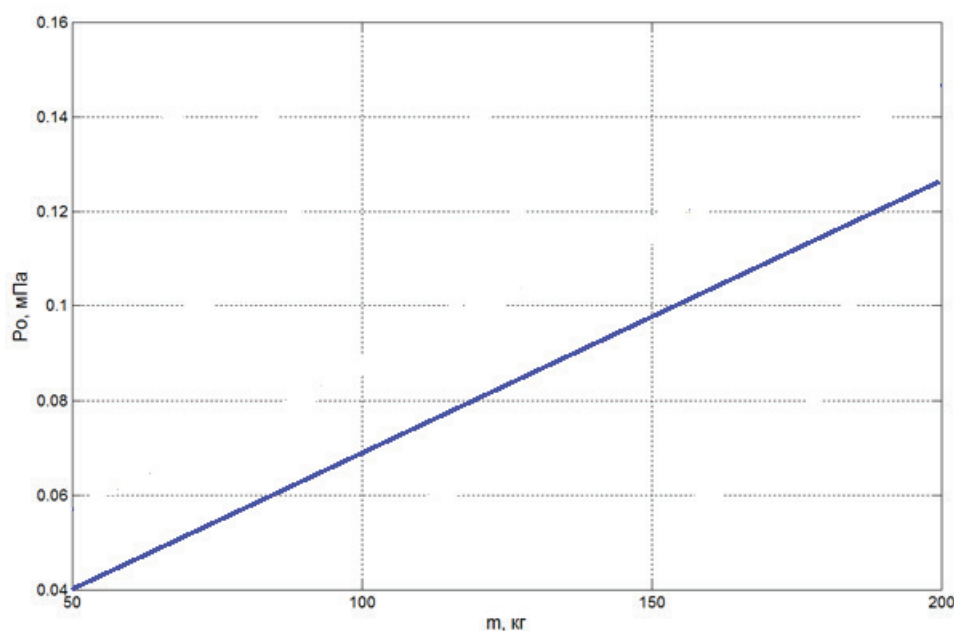


Рисунок 3 – График изменения статического избыточного давления в торообразной оболочке корректора p_0 в зависимости от нагрузки массой m на одну опору, построенный для пневмопружины И-09

Figure 3 – Graph of changes in static overpressure in the toroidal shell of the p_0 corrector, depending on the m mass load for the I-09 pneumatic spring

графики движения виброизолируемого объекта в диапазоне 1 – 10 Гц.

На рисунке 4 представлен график упругой силы несущей пневмопружины И-09, график вертикальной составляющей упругой силы, создаваемый корректором, а также график результирующий упругой силы опоры с участком квазинулевой жесткости для массы 100 кг.

На рисунке 5 приведен график изменения деформации торообразной оболочки корректора Δl в зависимости от смещения массы из положения равновесия, который показывает, что в рабочем диапазоне частот деформации торообразной оболочки на порядок меньше смещения массы из положения равновесия. Эти деформации оболочки могут быть обеспечены конструкцией опоры за счет растяжения материала оболочки.

Представляет интерес вариант построения опоры, когда несущая пневмопружина имеет дополнительный объем. В этом случае уменьшается жесткость несущей пневмопружины. В то же время статическая жесткость корректора не изменяется, но ее можно уменьшить, уменьшив статическое давление в оболочке. Уменьшение же жесткости несущей пневмо-

пружины при той же нагрузке уменьшает собственную частоту подвески, делает нагрузочную характеристику более приближенной к линейной. Все это улучшает виброзащитные свойства опоры.

На рисунке 6 представлены графики результирующей упругой силы для случая, когда опора с теми же параметрами несущей пневмопружины и торообразной оболочки, но с дополнительным объемом несущей пневмопружины, равным ее статическому объему, которая нагружена массой $m = 100$ кг в сравнении с такой же опорой без дополнительного объема.

Из графиков следует, что применение дополнительного объема вместе с корректором жесткости позволяет получить более широкий участок нагрузочной характеристики с квазинулевой жесткостью и улучшить виброзащитные свойства опоры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из рисунка 3 следует, что с увеличением массы виброизолируемого объекта давление в корректирующей оболочке также необходимо увеличивать по линейному закону. Графики

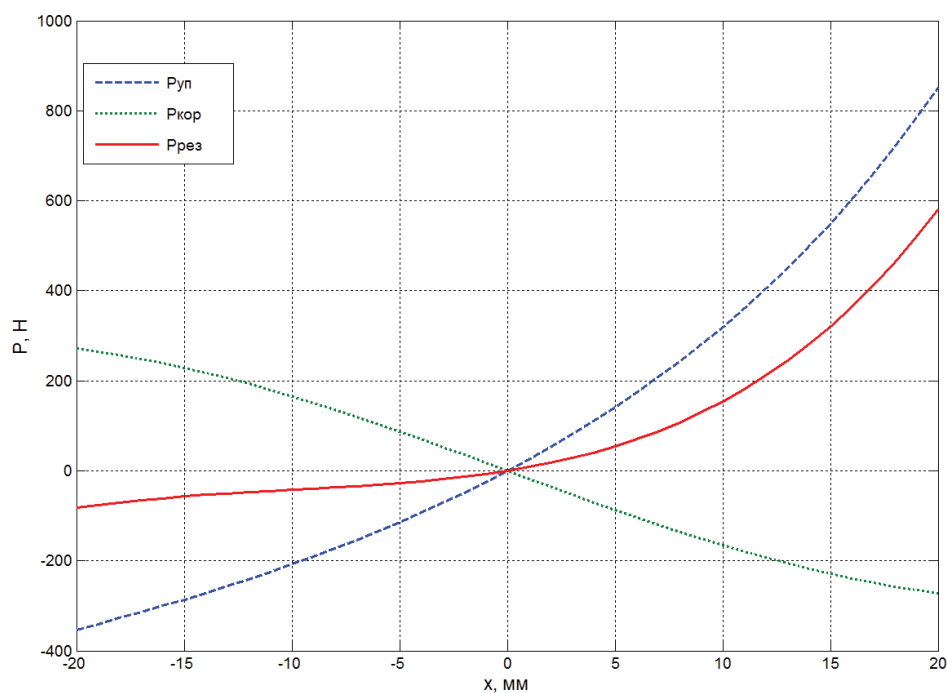


Рисунок 4 – График изменения силы, действующей со стороны опоры для массы 100 кг в зависимости от ее смещения из положения равновесия: для несущей пневмопружины И-09 ($P_{уп}$); для корректора ($P_{кор}$); для результирующей силы ($P_{рез}$)

Figure 4 – Graph of force changes, acting on the support side for 100 kg mass and depending on support displacement from the equilibrium position: for an I-09 pneumatic spring carrier ($P_{уп}$); for corrector ($P_{кор}$); for the resultant force ($P_{рез}$)

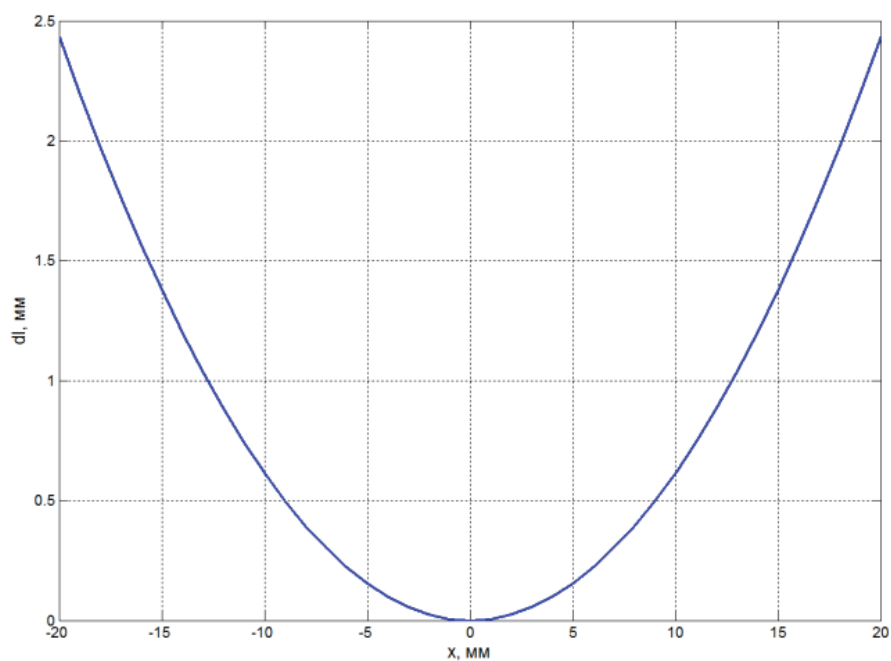


Рисунок 5 – График изменения деформации торообразной оболочки корректора Δl в зависимости от смещения массы из положения равновесия x

Figure 5 – Graph of deformation changes in the toroidal shell of the Δl corrector, depending on the mass displacement from the equilibrium x position x

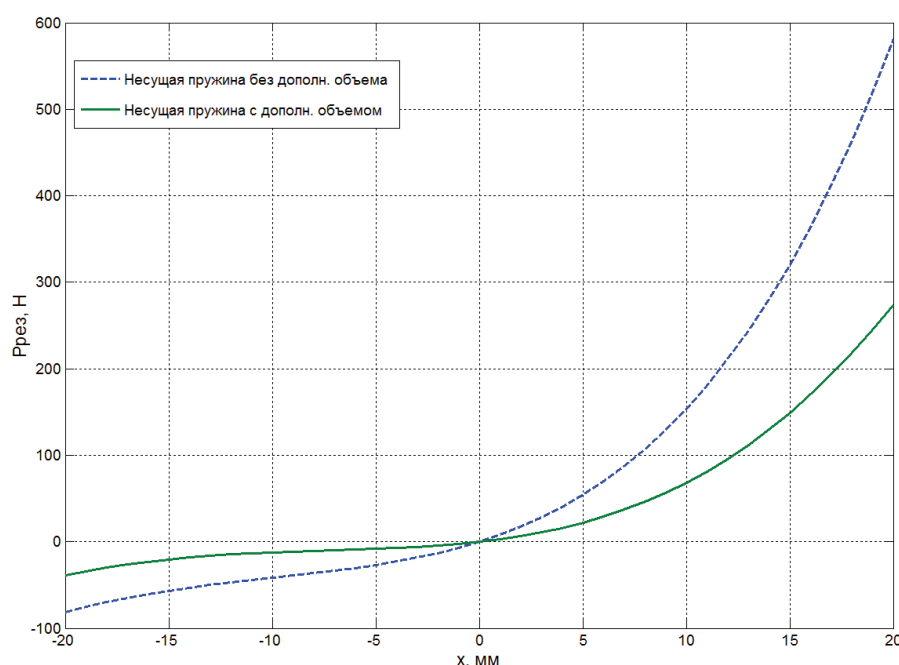


Рисунок 6 – График изменения результирующей силы опоры с корректором жесткости для массы 100 кг, приходящейся на одну опору, для вариантов несущей пневмопружины без и с дополнительным объемом, равным объему пневмопружины

Figure 6 – Graph of resultant support force changes with a stiffness corrector for a 100 kg mass per support and for the bearing pneumatic spring variants without and with an additional volume, which is equal to the pneumatic spring volume

результующей силы, действующей со стороны виброопоры на объект массой 100 кг в низкочастотном диапазоне колебаний (1 – 10 Гц) имеют практически горизонтальные участки (см. рисунок 4), обеспечивая, таким образом, квазинулевую жесткость. Деформации догружающей оболочки в процессе работы опоры невелики и компенсируются ее упругими свойствами (см. рисунок 5).

Использование вместе с несущей пневмопружиной на базе резинокордной оболочки корректора жесткости, построенного на основе торообразной резиновой оболочки, находящейся под избыточным давлением, позволяет получить опору с эффектом квазинулевой жесткости, и, таким образом, уменьшить собственную частоту подвески и улучшить виброизоляцию различных виброактивных объектов.

Применение для создания корректора жесткости торообразной оболочки в сравнении с горизонтально установленными и шарнирно закрепленными пневмопружинами на базе пневмоцилиндра с поршнем позволяет в значительной степени уменьшить габариты опоры и исключить силу трения скольжения поршня в цилиндре, которая снижает виброи-

золяционные характеристики опоры.

Вместе с тем применение дополнительного объема несущей пневмопружины совместно с корректором жесткости позволяет получить более широкий участок нагрузочной характеристики с квазинулевой жесткостью и улучшить виброзащитные свойства опоры.

В работе рассмотрена виброопора с несущей пневмопружиной типа И-09, однако при необходимости модельный ряд может быть расширен.

Таким образом, использование в качестве виброизоляторов виброактивных элементов строительных, дорожных машин и оборудования виброопор предложенной конструкции с квазинулевой жесткостью позволит сократить негативное влияние вибрации на персонал и защищаемый объект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вибрации в технике. Справочник в 6-ти томах / под ред. В.Н. Челомея. М.: Машиностроение, 1981. Т-6. Защита от вибрации и ударов. 456 с.
2. Technical Guide «Fundamentals of vibration isolation». CVI Melles Griot, 2010.

3. Алабужев П.М., Гритчин А.А. и др. Виброзащитные системы с квазиулево́й жесткостью. Л.: Машиностроение, 1986. 96 с.

4. Валеев А. Р. Защита от вибрации и ударов системами с квазиулево́й жесткостью: монография. Уфа: Нефтегазовое дело, 2013. 166 с.

5. Ruzicka J.E., Derby T.F. Influence of Damping in Vibration Isolation / The Shock and Vibration Information Center. Washington. DC. 1971

6. Бурьян Ю.А., Силков М.В. Конструкция и оценка виброизоляции опоры для технологического оборудования с использованием эффекта квазиулево́й жесткости // Омский научный вестник. 2017. №5 (155). С. 10 – 13.

7. Schimmels J.M. and Y. Wan. Improved vibration isolating seat suspension designs based on position-dependent nonlinear stiffness and damping characteristic. // *Journal of Dynamic Systems, Measurements and Control*. 2003. Vol. 125. pp. 330 – 338.

8. Зотов А.Н. Виброзащитные и ударозащитные системы пассивного типа на базе упругих элементов с участками квазиулево́й жесткости // Известия высших учебных заведений. Сер. Машиностроение. 2006. № 7. С. 10–18.

9. Зотов А.Н. Виброизоляторы с квазиулево́й жесткостью // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2007. № 2. С. 147–151.

10. Пневмоэлементы с резинокордной оболочкой [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.progress-omsk.ru/constructor.php?act=group5>. (дата обращения 12.07.2017).

11. Гликман Б. Ф. Математические модели пневмогидравлических систем. М.: Наука, гл. ред. физ.- мат. лит., 1986. 368 с.

12. Корнеев С. А., Корнеев В.С., Зубарев А.В., Климентов Е.В. Основы технической теории пневматических амортизаторов. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. 148 с.

REFERENCES

1. *Vibracii v tekhnike. Spravochnik. V 6-ti tomah*. [Vibrations in the equipment. Reference book. 6 volumes] Pod red. V.N. Shelomeya. Moscow, Mashinostroenie, 1981. T-6. Zashchita ot vibracii i udarov. 456 p. (in Russian)

2. Technical Guide «Fundamentals of vibration isolation». CVI Melles Griot, 2010.

3. Alabuzhev P.M., Gritchin A.A. i dr. *Vibrozhachitnye sistemy s kvazinulevoj zhestkost'yu* [Vibroprotective systems with

quasizero rigidity]. L.: Mashinostroenie, 1986. 96 p. (in Russian)

4. Valeev A.R. *Zashchita ot vibracii i udarov sistemami s kvazinulevoj zhestkost'yu: monografiya* [Protection against vibration and blows by systems with quasizero rigidity: monograph]. Ufa: Neftegazovoe delo, 2013. 166 p. (in Russian)

5. Ruzicka J.E., Derby T.F. Influence of Damping in Vibration Isolation / The Shock and Vibration Information Center. Washington. DC. 1971

6. Bur'yan YU.A., Silkov M.V. *Konstrukciya i ocenka vibrozolyacii opory dlya tekhnologicheskogo oborudovaniya s ispol'zovaniem ehffekta kvazinulevoj zhestkosti* [Construction and assessment of vibration insulation of a support for processing equipment with use of effect of quasizero rigidity]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2017, no 5 (155), pp. 10 – 13. (in Russian)

7. Schimmels J.M., Wan Y. Improved vibration isolating seat suspension designs based on position-dependent nonlinear stiffness and damping characteristic // *Journal of Dynamic Systems, Measurements and Control*. 2003. Vol. 125. pp. 330 – 338.

8. Zotov A. N. *Vibrozhachitnye i udarozachitnye sistemy passivnogo tipa na baze uprugih ehlementov s uchastkami kvazinulevoj zhestkosti* [The vibroprotective and udarozachitny systems of passive type on the basis of elastic elements with sites of quasizero rigidity]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Ser. Mashinostroenie*, 2006, no 7. pp. 10–18. (in Russian)

9. Zotov A. N. *Vibroizolyatory s kvazinulevoj zhestkost'yu* [Vibroizolyatora with quasizero rigidity]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Gornyj zhurnal*, 2007, no 2, pp 147–151. (in Russian)

10. *Pnevmoehlementy s rezinokordnoj obolochkoj* [Pneumoelements with the rubber-cord cover]. Available at: <http://www.progress-omsk.ru/constructor.php?act=group5>. (accessed 12.07.2017).

11. Glikman B.F. *Matematicheskie modeli pnevmogidravlicheskih system* [Mathematical models of pneumatichydraulic systems]. Moscow, Nauka. gl. red. fiz.- mat. lit., 1986. 368 p. (in Russian)

12. Korneev S.A., Korneev V.S., Zubarev A.V., Klimentov E.V. *Osnovy tekhnicheskoy teorii pnevmaticheskikh amortizatorov* [Bases of the technical theory of pneumatic shock-absorbers]. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. 148 p. (in Russian)

Поступила 17.11.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сорокин Владимир Николаевич – д-р техн. наук, доц., проф. кафедры «Основы теории механики и автоматического управления», ФГБОУ ВО Омского государственного технического университета ORCID ID 0000-0001-6612-7141 (644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: sorokin.vn@mail.ru).

Ефимов Иван Юрьевич – соискатель, ФГУП «ФНПЦ «Прогресс», ORCID ID 0000-0002-5166-657 (644018, Россия, г. Омск, ул. 5-я Кордная, 4).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Nikolaevich Sorokin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Mechanics and Automatic Control Theory, Omsk State Technical University (644050, Russia, Omsk, 11, Mira Ave. e-mail: sorokin.vn@mail.ru).

Efimov Ivan Yuryevich – Applicant, Federal State Unitary Enterprise “Progress”, (644018, Russia, Omsk, 4, 5-Kordnaya St.).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Авторы совместно трудились над всеми разделами статьи. Вклад каждого из соавторов 50%.

AUTHORS CONTRIBUTION

The authors have equal contribution to all sections of the article.

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ, СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

С.А. Корнилович¹, *Б.С. Трофимов²

¹ФБГОУ ВО « Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина», г. Омск, Россия

²ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

*trofim_bs@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Статья посвящена проблеме качества восстановления коленчатых валов авто-тракторных двигателей на примере двигателей ЯМЗ – 238НБ. Несмотря на многолетний опыт ремонтной отрасли по осуществлению технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении качество его выполнения остается низким. Уменьшить появление погрешностей при восстановлении коленчатых валов, как и любых других деталей, можно только в том случае, если оперативно обнаружить причины их возникновения. Целью работы является выявление причин образования погрешностей технологического процесса шлифования коленчатых валов под ремонтные размеры по данным результатов технического контроля и наблюдений хода технологического процесса.

Материалы и методы. Методологической базой для проведения экспериментальных и теоретических исследований в настоящей работе является системный анализ. Для исследований используется структурно-функциональное представление об объекте, а основанием для декомпозиции служит модель, которая применяется для анализа процесса шлифования.

Результаты. При анализе результатов измерений шатунных шеек, шлифованных под ремонтные размеры, применен преобразованный опытно-статистический метод. Особенность метода состоит в алгебраическом представлении алгоритма расчетов, который сведен к простым формулам, что позволяет легко программировать расчеты на ЭВМ. Изложен порядок обработки ряда полученных числовых величин и построения кривых распределения для оценки соответствия вероятности экспериментального распределения теоретическому.

Заключение. Реализация приведенного в статье алгоритма расчета точности и стабильности для технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении позволит уменьшить значение погрешностей. Снижение погрешностей при процессе восстановления коленчатых валов позволит повысить качество ремонта, таким образом, продлив работоспособность коленчатого вала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коленчатый вал, шатунные шейки, шлифование, ремонтный размер, качество, овальность, восстановление.

© С.А. Корнилович, Б.С. Трофимов



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

PRECISION, STABILITY ANALYSIS OF THE CRANKSHAFT GRINDING TECHNOLOGICAL PROCESS

S.A. Kornilovich¹, *B.S. Trofimov²

¹Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

²Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia

trofim_bs@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The article is devoted to the problem of the crankshafts quality of automotive tractor engines on the example of YaMZ - 238NB engines. Despite years of experience in the repair industry to implement the technological process of the crankshafts grinding during their restoration, the quality of its implementation is not sufficient. Therefore, for reducing errors in restoring crankshafts, as well as in any other parts, it is possible only if the reasons for their occurrence are promptly identified. The purpose of the research is to identify the reasons of the errors in the process of grinding crankshafts for repair dimensions according to the results of technical control and observation of the technological process.

Materials and methods. The methodological basis for experimental and theoretical research is a system analysis. The structural and functional representation of the object is also used for research, and the model for the analysis of the grinding process serves as the basis for the decomposition.

Results. While analyzing the measurements results of the rod necks connection and polishing for repair dimensions, the transformed experimental-statistical method is applied. The peculiarity of the method consists in the algebraic transformation of the calculation algorithm, which is reduced to simple formulas for semi-finished products and which makes it easy to program calculations on the computer. In addition, the order of processing the number of obtained numerical values and construction of distribution curves is stated for estimating the correspondence between the probability of the experimental distribution and the theoretical distribution.

Discussion and conclusions. The implementation of the algorithm for calculating the accuracy and stability for the technological process of grinding the crankshafts during their restoration would reduce the error value. Moreover, the reduction of errors during the process of crankshafts restoration would improve the quality of repair, thus prolonging the crankshaft serviceability.

KEYWORDS: crankshaft, crankpins, grinding, repair size, quality, ovality, restoration.

© S.A. Kornilovich, B.S. Trofimo



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Известный метод восстановления деталей шлифования подремонтные размеры широко и оправдано применяется на ремонтных предприятиях автомобильного транспорта и сельского хозяйства при восстановлении коленчатых валов автотракторных двигателей [1, 2]. Например, за шесть месяцев на ремонтно-механическом заводе «Степной» Омской области было восстановлено 696 коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-236, что составило 13% от общей стоимости восстановленных деталей на заводе за этот период [3, 4]. Несмотря на многолетний опыт ремонтной отрасли по осуществлению технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении качество его выполнения остается низким. По результатам измерения шатунных шеек преднамеренной выборки десяти коленчатых валов ЯМЗ-238НБ, шлифованных на первый ремонтный размер, не соответствовали техническим требованиям по размеру на 52%, по овальности на 45%, а среди валов, шлифованных на шестой ремонтный размер, по размеру на 82% и по овальности на 55%. Уменьшить появление погрешностей при восстановлении коленчатых валов, как и любых других деталей, можно только в том случае, если оперативно обнаружить причины их возникновения. Однако выявление причин обычно затруднено тем, что при выполнении операций восстановления деталей погрешности суммируются¹ [5]. Численное значение общей погрешности образуется в результате суммирования частных погрешностей, возникающих чаще последствием случайных, а иногда и систематических первичных факторов. Число случайных факторов и вызванных погрешностей не изменяется во времени, все случайные факторы не имеют резких отступлений, нет и доминирующих².

При восстановлении коленчатых валов шлифованием под ремонтный размер шеек практически невозможно обеспечить их 100%-й ресурс, который уменьшается с увеличением номера ремонтного размера [1].

Целью работы является выявление причин образования погрешностей технологического процесса шлифования коленчатых валов под ремонтные размеры по данным результатов

технического контроля и наблюдений хода технологического процесса шлифования непосредственно на производстве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования приняты точность и стабильность технологического процесса восстановления коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ.

Для определения закономерностей изменения размеров коленчатого вала и стабильности технологического процесса шлифования валов при их восстановлении применен опытно-статистический метод с преобразованным алгоритмом расчетов, предложенным А.Ф. Павловым [5].

Показателем точности технологического процесса восстановления деталей является разность между фактическим и номинальным значением параметров по их распределению вероятностей (ГОСТ 15895–77), а показателем стабильности технологического процесса – среднее квадратичное отклонение контролируемого параметра [6].

По техническим требованиям допуски на размеры шатунных и коренных шеек коленчатых валов при восстановлении, как и при изготовлении новых, составляют $+0 - 0,015$ мм, овальность и конусность – $0,01$ мм [7]. Диаметр шатунных шеек основного размера 88 мм, ремонтных размеров меньше на $0,25$ мм по сравнению с каждым предшествующим. Диаметр первого ремонтного размера 87,75, а шестого ремонтного размера 86,50 мм.

Точность шлифования определяется свойством технологического процесса обеспечивать соответствие поля рассеивания размеров заданному полю допуска и его расположению, а стабильность шлифования – способностью технологического процесса обеспечивать на каждой операции в течение определенного времени сохранение в заданных пределах положения центра группирования и величины рассеивания размеров [8].

С целью выяснения причин отклонения размеров при шлифовании коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ выполнено измерение шатунных шеек первого (Р1) и шестого (Р6) ремонтного размера.

¹ Семенов В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2013. 192 с.

² Двоеглазов Г.А. Материаловедение: учебник. Ростов н/д : Феникс, 2015. 445 с.

Преднамеренные выборки составляли на каждый ремонтный размер по десять коленчатых валов. Кроме этого выполнены измерения шатунных шеек 15 валов основного размера, поступившие на ремонт после определенной наработки. Контролировали четыре шейки каждого вала, по две, соответствующие правому и левому ряду двигателя.

Для контроля приняты именно шатунные шейки как более подверженные отклонениям по размеру, овальности, перекоосу и от параллельности по отношению к коренным шейкам [5]. Указанный выбор ремонтных размеров (P_1) и (P_6) сделан из следующих соображений: шлифованию на первый ремонтный размер предшествует более точный вал, чем вал, неоднократно подвергаемый восстановлению шлифования за весь период эксплуатации. В процессе эксплуатации и многократного восстановления шлифованием под ремонтные размеры происходит накопление дефектов и искажений геометрических параметров. Таким образом учитывалась наследственность как эксплуатационная, так и технологическая [7]. Измерения производились рычажной скобой с ценой деления 0,002 мм в двух плоскостях в местах наибольшего и наименьшего значения диаметров. Всего выполнено 272 измерения, в том числе по 80 на валах первого и шестого ремонтного размера и 60 измерений у валов основного размера, имеющих определенную наработку и поступивших на ремонт.

Расчет среднего арифметического значения и среднеквадратического отклонения 80 измерений шатунных шеек, преднамеренной выборки коленчатых валов, выполнен опытно-статистическим методом. Особенность метода заключается в алгебраическом представлении алгоритма расчетов, который сведен к простым и удобным формулам, что позволяет легко программировать расчеты на любых ЭВМ.

Для обработки ряда полученных числовых величин и построения кривых распределения, для оценки соответствия вероятности экспериментального распределения теоретическому использованы формулы, сгруппированные в «скобки Гаусса». По условиям принятого к расчету метода все числовые значения измерений X_i преобразованы в целые числа V_i , убрана десятичная запятая и вычтены посто-

янные числа из каждого X_i . Применительно к шатунным шейкам коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ постоянные числа равны для размера первого ремонтного ($P_1 = 87,750 \pm 0,015$) – 87, а для размера шестого ремонтного ($P_6 = 86,500 \pm 0,015$) – 86. Таким образом, имеем для числового ряда первого ремонтного размера $V_i = (x_i - 87) \cdot 10^3$, а для шестого ремонтного размера – $V_i = (x_i - 86) \cdot 10^3$. Преобразованные числа должны содержать не менее двух и не более четырех десятичных знаков. Обратное преобразование чисел выполняется из выражений $X_i = 87 + 10^3 \cdot V_i$ и $X_i = 86 + 10^3 \cdot V_i$.

При работе оборудования, настроенного на технологическую операцию, распределение отклонений размеров деталей подчиняется нормальному закону распределения вероятностей Гаусса³⁴ [8]. Для обработки ряда полученных числовых значений и построения кривых распределения, с расчетом χ^2 – квадрата для оценки вероятности соответствия экспериментального распределения теоретическому, применены формулы с использованием преобразованных чисел.

Среднее арифметическое значение (центра рассеяния):

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}, \quad (1)$$

где n – число значений (в данном случае равное числу замеров 80); V_i – преобразованные числа.

Среднеквадратическое значение:

$$\overline{V^2} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}, \quad (2)$$

Разность среднеквадратических значений

$$[V^2] = \overline{V^2} - (\bar{V})^2, \quad (3)$$

где $(\bar{V})^2$ – квадрат среднеарифметического значения.

Среднеквадратическое отклонение (рассеяние)

$$S = \sqrt{\frac{n \cdot [V^2]}{n-1}}. \quad (4)$$

³ Семенов В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2013. 192 с.

⁴ Двоеглазов Г.А. Материаловедение: учебник. Ростов н/Д: Феникс, 2015. 445 с.

Число классов (интервалов)

$$K = E \cdot (\lg 12), \quad (5)$$

где E – целая часть числа N .

Ширина классов

$$\Delta = E \cdot \left(\frac{65}{K} - 0,5 \right). \quad (6)$$

Средняя классов

$$\bar{V}_0 = E \cdot \left(\bar{V} + 0,5 - H \cdot \left(\frac{K \cdot \Delta}{2} \right) \right) + H \cdot \left(\frac{K \cdot \Delta}{2} \right); \quad (7)$$

где H – дробная часть числа N .

Начало классов

$$V_0 = \bar{V}_0 - \frac{K \cdot \Delta}{2}, \quad (8)$$

$$V_{(m)\min} = V_0 + (m-1) \cdot \Delta. \quad (9)$$

Границы m -го класса ($m = 1, \dots, K$);

$$V_{(m)\max} = V_{(m)\min} + (\Delta - 1). \quad (10)$$

Середина m -го класса

$$\bar{V}_{(m)} = V_{(m)\min} + \frac{\Delta}{2}. \quad (11)$$

Подсчет P_m – количества V_i , попавших во внутрь m -го класса, по условию

$$V_{(m)\min} \leq V_i \leq V_{(m)\max}. \quad (12)$$

Теоретическая высота середины m -го класса при нормальном распределении

$$g_m = e^{-\frac{z^2}{2}}, \quad (13)$$

$$\text{где } z = \frac{V - \bar{V}}{S}.$$

Нормирующий множитель

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^K g_m}{n}. \quad (14)$$

Теоретическая повторяемость

$$P_m = \frac{g_m}{C}. \quad (15)$$

Теоретическое отклонение (разброс) ординаты

$$a_m = \pm \sqrt{C \cdot g_m}. \quad (16)$$

Сумма квадратов теоретических отклонений

$$W_o = C \cdot \sum_{i=1}^K g_m. \quad (17)$$

Экспериментальная высота (ордината), нормированная середины m -го столбика гистограммы

$$h_m = C \cdot P_m. \quad (18)$$

Сумма квадратов экспериментальных отклонений

$$W = C \sum_{i=1}^K (h_m - g_m)^2. \quad (19)$$

Расчет вероятности $P(\chi^2, \nu)$ существования соответствия экспериментального распределения теоретическому выполняется по χ -квадрат и числу степеней свободы ν . Число степеней свободы определяется при известных арифметических значениях и среднеквадратическом отклонении $\nu = K - 1$. По условиям опыта $n = 80$, классов по выражению (5) $K = 7$. Тогда число степеней свободы $\nu = 7 - 1 = 6$.

При числе степеней свободы, равном 6

$$P(\chi^2, 6) = e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot \left(1 + \frac{x^2}{2} + \frac{(x^2)^2}{8} \right). \quad (20)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам 80 измерений шатунных шеек коленчатых валов, шлифованных под шестой ремонтный размер, вычислены преобразованные числа $\nu = (x - 86) / 10$ m -го класса, среднеквадратические значения и их рассеяние, ширина классов, границы и середина классов, теоретическая высота середины классов. На основе результатов расчетов построены кривые распределения вероятностей (рисунок).

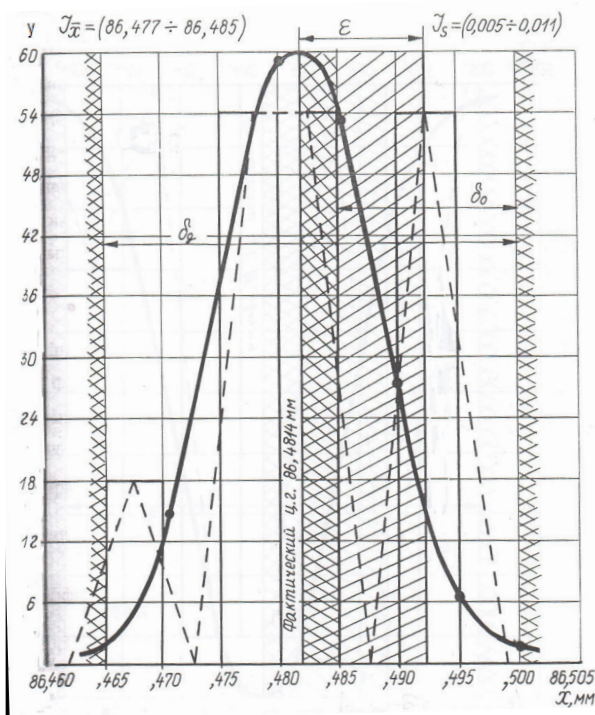


Рисунок – Кривые распределения размеров шатунных шеек

Figure – Distribution curves of connecting rod diameters

При статистической обработке результатов измерений шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ с использованием программы «Excel» получены следующие результаты. Сумма квадратов теоретических отклонений размеров шатунных шеек, шлифованных под шестой ремонтный размер, $W_0 = 0,114\ 352\ 7$, а экспериментального отклонения $0,067\ 502\ 496$, нормирующий множитель $C = 0,037\ 807\ 53$. Вероятность соответствия гистограммы (см. рисунок) нормальному распределению $P(\chi^2, 6) = 66\%$. Среднее значение или центр рассеяния шатунных шеек шестого ремонтного размера составил $86,492\ 55$ мм, после шлифования – $86,447\ 3$ мм. Смещение центра рассеяния от среднего размера в меньшую сторону составило $0,015$ мм. После шлифования шатунных шеек под первый ремонтный размер смещение центра рассеяния имело меньшее значение $0,011$ мм.

Центры группирования размеров шатунных шеек после их шлифования на шестой ремонтный размер сместились за предел поля допуска на $7,6$ мкм, а шлифованных под первый ремонтный размер – на $3,6$ мкм, меньше в два раза.

Овальность $0,02$ мм и более шатунных шеек коленчатых валов, шлифованных под первый ремонтный размер (Р1) была у 20% , а у шлифованных на шестой ремонтный размер (Р6) – у 100% выборки из 40 шеек. Значение овальности более $0,025$ мм имели 5% шеек, шлифованных под Р1 и 50% шеек, шлифованных под размер Р6. Овальность шеек коленчатых валов, поступивших на ремонт, была значительно больше. Наименьшее значение размера овальности $0,05 - 0,06$ мм было только у 12% шеек, а наибольшее – $0,10 - 0,15$ мм у 46% .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Причиной, снижающими точность размеров шлифовки коленчатых валов под ремонтные размеры, являются неравномерность припуска, искажение геометрических параметров валов в процессе эксплуатации и предшествующего шлифования под ремонтные размеры, неточность оборудования, низкий уровень технологической документации, ошибки рабочих шлифовщиков.

2) Неравномерный припуск возникает из-за значительного и неравномерного размера овальностей шатунных шеек коленчатых валов, образующихся в процессе длительной эксплуатации двигателей. Подтверждением этому являются результаты контроля преднамеренной выборки из 14 коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ, поступивших на ремонт. Размеры овальности шеек коленчатых валов контролируемой выборки превышали номинальные в три – восемь раз. Неточность оборудования выражается люфтом шпинделей и установочных центров шлифовальных станков, имеющих значительную наработку.

3) Значение погрешностей возрастает с повышением номера ремонтного размера. Процесс шлифования коленчатых валов под пятый и шестой ремонтные размеры более сложный и не во всех случаях целесообразен.

Исходя из выше изложенного считаем целесообразным периодическое проведение анализа точности и стабильности технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении. Настройку системы «станок, приспособление, инструмент, деталь» целесообразно производить с учетом размера и формы шатунных и коренных шеек исходных коленчатых валов. Снижение погрешностей при процессе восстановления коленчатых валов позволит повысить качество ремонта двигателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.

2. Корнилович С.А. Технологическое обоснование качества ремонта машин в сельском хозяйстве : монография. Омск: ОмГАУ, 1998. 128 с.

3. Белов Б.А. Статистическое измерение точности и стабильности технологического процесса в условиях массового машиностроительного производства // Вопросы технологической надежности / под ред. И.В. Дунина - Барковского. М.: Изд-во стандартов. 1974. 163 с.

4. Корнилович С.А. Причины интенсивного изнашивания двигателей ЯМЗ-238НБ // Вестник СибАДИ. 2017. №2. С 75 – 79.

5. Павлов А.Ф. Методические рекомендации для обработки результатов опытов. Омск: ОмГАУ, 1996. 32 с.

6. Белоконов К.Г., Никишин В.Н., Сибиряков С.В. Некоторые аспекты обеспечения надежности подшипников коленчатого вала // Известия Московского Государственного Технического Университета МАМИ. 2012. №2. С. 177–184.

7. Калимуллин Р.Ф., Коваленко С.Ю., Тюняев И.В., Цибизов С.Б. Методика оценки режимов работы автомобильного двигателя по критерию износостойкости подшипников коленчатого вала // Вестник Саратовского Государственного Технического Университета. 2013. №1. С. 216–222.

8. Денисов А.С., Тугушев Б.Ф., Горшенина Е.Ю., Литвинов Е.А. Повышение долговечности коленчатых валов с использованием коленчатых валов с использованием прогрессивных технологий восстановления // Ремонт, восстановление, модернизация. 2012. №11. С.11–14.

REFERENCES

1. *Nadezhnost' i remont mashin* [Reliability and repair of machines]. V.V. Kurchatkin, N.F. Telnov, K.A. Achkasov and others; Ed. V.V. Kurchatov. Moscow: Kolos, 2000. 776 p. (in Russian).

2. Kornilovich S.A. *Tekhnologicheskoe obosnovanie kachestva remonta mashin v sel'skom hozyajstve* [Technological justification of the machinery repair quality in agriculture]: Monograph. Omsk: OmGAU, 1998. 128 p. (in Russian).

3. Belov B.A. Statistical measurement of the accuracy and stability of the technological process in the condition of mass engineering

production [Statisticheskoe izmerenie tochnosti i stabil'nosti tekhnologicheskogo processa v uslovii massovogo mashinostroitel'nogo proizvodstva]. *Voprosy tekhnologicheskoy nadezhnosti*. Ed. I.V. Dunin-Barkovsky. Moscow: Publishing Standards. 1974. 163 p. (in Russian).

4. Kornilovich S.A. Prichiny intensivnogo iznashivaniya dvigatelej YaMZ-238NB [Causes of the intensive YaMZ-238NB engines wear]. *Vestnik SibADI=The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, 2017, no 2 (54), pp. 79 – 75. (in Russian).

5. Pavlov A.F. *Metodicheskie rekomendacii dlya obrabotki rezul'tatov opytov* [Methodical recommendations for processing the experimental results]. Omsk: OmGAUU, 1996. 32 p. (in Russian)

6. Belokon K.G., Nikishin V.N., Sibiryakov S.V. Sibiryakov S.V. Nekotorye aspekty obespecheniya nadyozhnosti podshipnikov kolenchatogo vala [Some aspects of ensuring the reliability of the crankshaft bearings]. *Izvestiya Moskovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta MAMI*, 2012, no 2, pp. 177–184. (in Russian).

7. Kalimullin R.F., Kovalenko S.Yu., Tyunyaev I.V., Cibizov S.B. Metodika ocenki rezhimov raboty avtomobil'nogo dvigatelya po kriteriyu iznosostojkosti podshipnikov kolenchatogo vala [Method for evaluating the modes of the automobile engine operation by the criterion of wear resistance of crankshaft bearings]. *Vestnik Saratovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 2013, no 1, pp. 216–222. (in Russian).

8. Denisov A.S., Tugushev B.F., Gorshenina E.Yu., Litvinov E.A. Povyshenie dolgovechnosti kolenchatykh val s ispol'zovaniem kolenchatykh valov s ispol'zovaniem progressivnykh tekhnologij vosstanovleniya [Increase the durability of the crankshaft using advanced recovery technologies]. *Remont, vosstanovlenie, modernizaciya*, 2012, no 11, pp.11–14. (in Russian).

Поступила 12.07.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Корнилович Станислав Антонович – д-р техн. наук, проф. кафедры технического сервиса, механики и электротехники ФБГОУ ВО

«Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (644008, г. Омск, ул. Физкультурная, 1, e-mail: sa.kornilovich@omgau.org).

Трофимов Борис Сергеевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: trofim_bs@mail.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kornilovich Stanislav Antonovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service, Mechanics and Electrical Engineering, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin (644008, Omsk, 1, Physculturnaya St., e-mail: sa.kornilovich@omgau.org).

Trofimov Boris Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation and Vehicles' Repair, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: trofim_bs@mail.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Корнилович Станислав Антонович – вклад в общую работу составил 50%, что является ½ доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, материалов и методов, результатов, обсуждения и заключения.

Трофимов Борис Сергеевич – вклад в общую работу составил 50%, что является ½ доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, материалов и методов, результатов, обсуждения и заключения.

AUTHORS CONTRIBUTION

Kornilovich Stanislav Antonovich - contribution to the overall work is 50%; ½ share in the development of abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and conclusions.

Trofimov Boris Sergeevich - contribution to the overall work is 50%; ½ share in the development of abstract, introduction, materials and methods, results, discussions and conclusions.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК РАЗРАБОТКИ ТРАНСПОРТНЫХ СТРАТЕГИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА)

Э.С. Темнов

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

г. Тула, Россия

etemnov@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Введение. В работе обосновывается актуальность разработки региональных транспортных стратегий, которые являются основой для внедрения организационных, технических и экономических решений, направленных на реорганизацию современных городских и региональных транспортных систем. Указывается, что разработка стратегий должна сопровождаться комплексным и согласованным обследованием и моделированием транспортных систем, в том числе в рамках, проводимых в регионах программ комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ), проектов создания комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД), а также комплексных схем транспортного обслуживания населения (КСОТ). Ставится цель исследования и формулируются задачи, заключающиеся в предложениях, направленных на согласование всех перечисленных и иных программ, обеспечивающих долговременное планирование, преемственность принятых решений и экономию бюджетных средств, направляемых на развитие транспорта в регионах.

Методы. Для решения поставленных задач используются методы системного анализа, теории транспортных систем, а также методики, которые широко распространены в сообществе транспортных инженеров, в том числе различные варианты расчетно-экспериментальных методик транспортного планирования и моделирования транспортных систем для города или агломерации.

Результаты. На основе обобщения информации об этапах разработки региональных транспортных стратегий предложена последовательность действий, приводящая к получению требуемых методических и организационных подходов, с помощью которых можно выполнить решение поставленной стратегической задачи. Сформулирован список основных сценариев, которые предстоит реализовать на уровне региональных министерств (департаментов) транспорта или управлений транспорта муниципальных образований с целью внедрения транспортных стратегий и согласования их с проектами ПКРТИ, КСОДД и КСОТ.

Заключение. Основным результатом настоящей работы является вывод об осуществимости рациональных действий региональных и муниципальных транспортных руководящих органов, которые могут быть спланированы в рамках региональных (муниципальных) транспортных стратегий. Основой для этого служит использование предложенных в работе методических и организационных рекомендаций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспортная политика, региональная транспортная стратегия, транспортное обслуживание населения транспортное планирование.

© Э.С. Темнов



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

METHODOLOGIES' APPLICATION FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT STRATEGY (URBAN PASSENGER TRANSPORT)

E.S. Temnov,
Tula State University,
Tula, Russia
etemnov@gmail.com

ABSTRACT

Introduction. The paper substantiates the relevance of the development of regional transport strategies, which are basic for the implementation of organizational, technical and economic solutions aimed at the reorganization of modern urban and regional transport systems. Moreover, it is indicated that the development of strategies should be accompanied by a comprehensive and coordinated survey and modeling of transport systems, including within the framework of the regional programs of integrated development of transport infrastructure, projects for the creation of integrated traffic management schemes, as well as integrated schemes of transport services to the population. The aim of the research is to formulate the tasks consisting the proposals at the coordination of all the above and other programs that ensure long-term planning, continuity of decisions and budget savings directed to the development of transport in the regions.

Materials and methods. Methods of system analysis, theory of transport systems, as well as methods that are widely used in the community of transport engineers, including various options for calculation and experimental methods of transport planning and modeling of transport systems for the city or agglomeration, are used to solve the research problems.

Results. Based on the information synthesis of the stages of regional transport strategies development, a sequence of actions is proposed, leading to the required methodological and organizational approaches, with which it is possible to perform the solution of the strategic task. The authors formulate a list of major programs that need to be addressed at the level of regional ministries (departments) or departments of transportation municipalities with the goal of implementing transport strategies and aligning them with projects noted above.

Discussion and conclusions. The main result of this work is the conclusion about the feasibility of rational actions of regional and municipal transport governing bodies, which could be planned within the framework of regional (municipal) transport strategies. The basis is the application of the proposed methodological and organizational recommendations.

KEYWORDS: transport policy; regional transport strategy; transport services to the population; transport planning.

© E.S. Temnov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Транспортное планирование является актуальной задачей, которая стоит перед российскими городами. Указанный термин означает определение направлений развития города в целях обеспечения объективно обусловленных потребностей в перемещении грузов и населения по территории города. Особую роль при планировании играют стратегические документы, такие как генеральный план (ГП), транспортная стратегия региона¹. Однако транспортный раздел генеральных планов содержит не так много детальной информации, позволяющей решать конкретные задачи по реализации его целей. С другой стороны, в настоящее время в регионах разрабатываются или уже разработаны программы комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ), проекты создания комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД)², а также комплексные схемы транспортного обслуживания населения (КСОТ). В этих документах применяются такие инструменты транспортного планирования, как модель транспортного спроса, модель транспортного предложения, цифровая модель улично-дорожной сети (УДС) и др. Они основаны на возможностях цифровых (информационных) технологий, учитывают такие факторы, как распределение населения по территории города (агломерации), рабочие и другие виды поездок и позволяют детально учитывать нагрузку на УДС с целью установления более благоприятного режима перемещений, создания обновленных маршрутных схем и т.д.

Между транспортным разделом ГП и инструментами его реализации необходимо наличие документа, который бы устанавливал индикаторы развития транспортной системы, определял задачи и механизмы реализации, описывал конкретные мероприятия и их финансирование. Подобным документом, на наш взгляд, может служить региональная транс-

портная стратегия³, которая существует в настоящее время далеко не во всех регионах и их центрах. Соответственно разработка стратегий должна сопровождаться комплексным и согласованным обследованием и моделированием транспортных систем.

Целью настоящей работы является краткое описание основных целей стратегии, а также примерная разработка сценариев развития городской транспортной системы (для пассажирского транспорта), что позволило бы в дальнейшем использовать полученный материал для детального использования при решении транспортных проблем в городах [1].

МЕТОДЫ

Для решения поставленной задачи используются методы системного анализа, теории транспортных систем, а также методики, которые в настоящее время широко распространяются в сообществе транспортных инженеров при разработке различных документов транспортного планирования⁴ [2,3,4]. Чаще всего в аналогичных случаях применяются различные варианты расчетно-экспериментальных методик моделирования транспортных потоков и транспортных систем для города или агломерации. Однако для калибровки и оценок точности используемых моделей необходим большой объем результатов измерений в транспортных системах, что подчеркивает важность использования современных экспериментальных методов.

Разработка и, самое главное, реализация положений, заложенных в стратегических документах транспортного планирования, требуют в настоящее время применения различных научных методов. В большинстве регионов в программах развития транспортных систем и безопасности дорожного движения мероприятия, касающиеся выполнения научно-исследовательских работ, слабо представлены в общем содержании. Практика исполнения

¹ Методические рекомендации по разработке региональных транспортных стратегий, регламентам их согласования и механизмам корректировки в увязке с Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года. М.: Минтранс, 2014.

² Приказ Министерства транспорта РФ от 17 марта 2015 г. N 43 «Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения» (с изменениями и дополнениями). URL: <http://base.garant.ru/71093350/#ixzz5Z3WuJzRT>.

³ Методические рекомендации по разработке региональных транспортных стратегий, регламентам их согласования и механизмам корректировки в увязке с Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года. М.: Минтранс, 2014.

⁴ Руководство по применению транспортных моделей в транспортном планировании и оценке проектов. СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2016. 128 с. (Серия «Библиотека транспортного инженера»).

программ такова, что основную задачу местные транспортные власти видят в ремонте и содержании автомобильных дорог и объектов транспортной инфраструктуры (ОТИ). Не отрицая социально-экономической важности этого, следует отметить, что чрезвычайно редко из бюджетов программ осуществляются инвестиции в научные исследования, оптимизацию технических решений, транспортное планирование, выбор наиболее рациональных вариантов, разработку научно-обоснованных методов и методик совершенствования и эксплуатации транспортных систем, разработку маршрутных схем пассажирского транспорта и др. Еще меньше тратится средств на исследования в области внедрения интеллектуальных транспортных систем и т.п. инновационных решений в сфере цифровой экономики транспорта, промышленного интернета. При этом от профильных специалистов, занятых в области науки и техники транспорта, требуется разработка новых методов создания документов стратегического характера.

Следует отметить, что современные транспортные системы развиваются очень динамично, растут их масштабы и степень интеграции с другими системами, в частности промышленными, финансово-экономическими институтами, системами связи и принятия решений. Проведение точных измерений в таких системах чрезвычайно затруднено. Все это ставит актуальную задачу разработки научно-обоснованных методик формирования сценариев, мероприятий и индикаторов, составляющих основную содержательную часть любой транспортной стратегии региона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обоснование используемых методов. Известно, что любая современная транспортная система представляет собой сложный комплекс транспортных средств, путей сообщения (улично-дорожной сети), объединенных наличием общих транспортных задач. Множество определений понятия «транспортная система» может быть в разных аспектах исполь-

зовано в конкретных случаях, для решения тех или иных проблем. Если вести речь о документах транспортного планирования, то наиболее адекватным будет подход, если транспортная система рассматривается как макросистема [5], с учетом проблемы пространственного развития крупных городов. Примером реализации такого подхода является работа [6], в которой учитывается вероятностная неопределенность основных функциональных, демографических, социально-экономических процессов, вызванная влиянием случайных факторов различной природы [7]. Поэтому при разработке документов транспортного планирования неизбежно применение методов, связанных с концепцией динамического системного анализа, широким использованием экономико-математических методов, натурным обследованием спроса на перевозки и др.

Для решения поставленных в работе задач были рассмотрены некоторые источники, относящиеся к проблеме исследования. Прежде всего, была изучена транспортная стратегия Российской Федерации⁵, в которой четко указывается роль науки в достижении целей стратегии: «Реализация этих целей предполагает выполнение комплекса научно-исследовательских подпрограмм, обеспечивающих разработку новых моделей, методик, технологий, средств и систем». Другие источники⁶⁷ представляют собой примеры использования научных методов, математического моделирования на различных этапах развития транспортных систем.

Приведем последовательность решения поставленной в статье задачи. Основополагающими при этом являются разработки, которые представлены в методических рекомендациях Минтранса⁸. Однако каждый раздел этого документа конкретизирован нами (в качестве примера взята работа [6]) в той степени, чтобы результаты могли быть использованы при разработке аналогичных документов в других регионах.

1-й этап. Формулировка приоритетов транспортной политики.

⁵ Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. URL: <https://www.mintrans.ru/documents/3/1009>.

⁶ Обзор передового зарубежного опыта развития системы управления транспортом. URL: <https://mguu.ru/images/publications/mguu-best-practices-transport.pdf>

⁷ Mayor's Transport Strategy. URL: <https://www.london.gov.uk/sites/default/files/mayors-transport-strategy-2018.pdf>

⁸ Методические рекомендации по разработке региональных транспортных стратегий, регламентам их согласования и механизмам корректировки в увязке с Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года. М.: Минтранс, 2014.

2-й этап. Изложение конкретных целей развития транспортной системы региона (муниципального образования).

3-й этап. Разработка сценариев развития транспортной системы на 5, 10 и 15 лет на основе системы приоритетов, сформулированных на 1-м этапе, и детализированных целей развития транспортной системы региона (2-й этап).

Рассмотрим последовательно каждый этап и опишем результаты, которые были получены на каждом из них. Разработка стратегических документов должна выполняться в рамках четко сформулированных приоритетов транспортной политики.

Приоритеты транспортной политики. Формирование стратегических приоритетов стратегии устойчивого транспортного развития является одним из начальных этапов формирования транспортной стратегии региона. В рекомендациях⁹ имеется список основных приоритетов, однако требуется детализация, которая позволяет при разработке стратегии уточнить этот список.

Роль стратегических приоритетов в формировании транспортной политики заключается в том, чтобы дать ответы на следующие вопросы:

1) Что даст развитие транспорта населению города?

2) Что ожидает бизнес-сообщество, хозяйствующие субъекты экономики региона от развития транспортной системы?

3) Что должны получить транспортники в процессе реализации стратегии, чтобы обеспечить эффективную работу транспортной системы и ее воспроизводство?

По нашему мнению, соответствующие ответы могут выглядеть следующим образом: 1) развитие транспортной системы пассажирского транспорта должно предоставить населению города удовлетворение растущего спроса на пассажирские перевозки и обеспечить необходимую транспортную подвижность (мобильность); при этом обеспечить условия безопасности (в том числе и экологической), а также баланс между доходами населения и стоимостью предлагаемых услуг; 2) бизнес-сообщество должно получить надежную транспортную систему, способную адаптироваться к изменяющимся условиям экономической деятельности и обеспечивать трудовые перемещения активного населения в требуемых

объемах; 3) транспортники должны получить эффективную отрасль, работающую в едином законодательном пространстве, обеспеченном требуемыми условиями конкуренции; работа в такой отрасли должна иметь соответствующие мотивации и престиж, подкрепленный экономическим благосостоянием работников; руководство города несет ответственность за обеспечение финансирования транспортной системы в двух аспектах: а) капитальные вложения; б) финансирование эксплуатационных расходов, которые могут обеспечивать полное или частичное возмещение затрат транспортников.

Таким образом, перечисленные основные стратегические приоритеты развития транспортной системы описывают целевые ориентиры развития транспортной системы с точки зрения удовлетворения потребностей населения региона, бизнеса региона, а также представителей транспортной системы региона. В связи с этим основные стратегические приоритеты развития транспортной системы разбиваются на три группы: общесоциальные приоритеты, общезкономические приоритеты и общетранспортные приоритеты развития региональной транспортной системы.

Формирование приоритетов развития транспортной системы города позволяет выделить наиболее важные факторы, по которым население, бизнес и транспортные предприятия региона будут оценивать итоги деятельности органов исполнительной власти по развитию транспортной системы. Эти факторы являются прообразом целевых индикаторов развития и помогают сформулировать цели транспортной стратегии.

Рассмотрим **основные цели** развития транспортных региональных систем, что позволит сформировать методические и организационные рекомендации в виде сценариев развития на 5, 10 и 15 лет.

Цели развития пассажирской транспортной системы. На верхнем уровне дерева целей транспортной стратегии находятся миссия органов исполнительной власти региона в обеспечении развития и функционирования транспортной системы города, стратегические приоритеты развития и стратегическая цель транспортной системы.

Стратегическая цель кратко описывает основное направление развития пассажирской транспортной системы. Эта цель объединяет

⁹ Там же.

все другие цели транспортной стратегии. Рекомендуются следующие цели транспортной стратегии города, которые формируют содержание стратегической цели:

Цель 1. Формирование сбалансированной эффективной транспортной инфраструктуры города в составе единого транспортного пространства региона. Формирование эффективной транспортной инфраструктуры города достигается на основе информации о транспортной подвижности населения, регулярного мониторинга (обследования) пассажирских потоков, который до периода полной автоматизации данного процесса должен осуществляться в виде комплексных обследований один раз в 5 лет, и выборочные обследования делаются 1 раз в 2–3 года. Со временем этот мониторинг может осуществляться не реже чем один раз в несколько месяцев, как это происходит в крупных мировых столицах. Сведения о пассажиропотоках позволяют выделять наиболее популярные и наиболее загруженные участки улично-дорожной сети города, а также транспортные связи в агломерации. Достижение данной цели позволит сократить затраты времени на передвижение населения к местам приложения труда, учебы и др., использовать освободившееся время на производительный труд и сократить долю транспортных расходов в составе валового регионального продукта [8]. Увеличение пропускной способности УДС возможно на основе строительства новых участков, предусмотренных ГП, и с учетом результатов решения задачи загрузки транспортной сети.

Эффективная транспортная инфраструктура предполагает постепенное создание системы эффективно действующих операторов, имеющих рациональную, современную производственную базу, позволяющую экономить ресурсы и выполнять безопасную техническую эксплуатацию маршрутных транспортных средств.

Эксплуатационные качества маршрутных транспортных средств должны соответствовать современным требованиям к безопасности, комфортабельности, экологичности, экономической эффективности и др.

Условия функционирования пассажирской транспортной системы должны обеспечиваться постепенным внедрением элементов интеллектуальной транспортной системы (ИТС), вплоть до максимально необходимого достижимого уровня оснащения ИТС.

Новой задачей транспортной стратегии яв-

ляется развитие транспортной системы городской агломерации. Важным аспектом развития транспортной системы агломерации города является определение эффективного радиуса агломерационной транспортной доступности с учетом уточненного прогноза социально-экономического развития региона. Этот фактор будет определять объем распространения и содержание транспортной инфраструктуры города в составе агломерации.

Цель 2. Обеспечение доступности и качества транспортных услуг для населения города в соответствии с социальными стандартами. Достижение цели предусматривает повышение доступности и качества транспортных услуг для населения в соответствии с социальными стандартами. Достижение этой цели напрямую зависит от деятельности Администрации города. В стратегии предусмотрено формирование оптимальных маршрутных сетей транспорта общего пользования для удовлетворения спроса на пассажирские перевозки различных категорий населения [9].

Важным направлением при достижении цели является создание системы информирования водителей и пассажиров, являющихся частью интеллектуальной транспортной системы города. Подобные системы достаточно распространены в различных европейских странах и позволяют выполнять планирование поездок с минимальным числом пересадок и с минимальными затратами времени на все пересадки. Достигается это за счет создания единой системы расписаний маршрутных видов транспорта, которые проходят необходимые этапы согласования и изменения (часто с помощью автоматических алгоритмов и обучающих систем).

Цель 3. Интеграция пассажирской транспортной системы города в региональное транспортное пространство и реализация транзитного потенциала. При реализации цели 3 необходимо использовать возможности изучения путей миграции пассажиров, транспортной подвижности населения в пределах агломерации, а также международных транспортных связей. В результате достигается наиболее рациональное расположение транспортных узлов, узлов пересадок пассажиров, их необходимая пропускная способность и экономическая целесообразность [10]. Возникает возможность планирования строительства и развития автовокзалов, автостанций, скоростных транспортных магистралей городского пассажирского транспорта, парковочного пространства и т.д.

Цель 4. Повышение уровня безопасности транспортной системы города. Роль города в реализации цели 4 Транспортной стратегии состоит в обеспечении безопасности на уровне, заданном соответствующими индикаторами Транспортной стратегии. Важнейшими мероприятиями с позиций безопасности являются мероприятия по устранению опасных участков транспортной системы. При развитии дорожного хозяйства должны планироваться мероприятия по реконструкции мостов и путепроводов, реконструкции участков с ненормативными продольными уклонами и радиусами кривых в плане, устраняться участки с плохой видимостью. Не менее важным видом таких мероприятий является обеспечение нормативного содержания городских дорог и улиц, что напрямую влияет на уровень безопасности. При развитии автомобильного и электрического транспорта следует создавать структуру парка транспортных средств и качество обучения водителей транспортных средств, обеспечивающих современные требования к безопасности. Приоритет при решении задач обеспечения безопасности должен быть обоснован доскональным изучением категорий, причин, локализации и степени рисков безопасности на базе современных информационных технологий. За выполнением ограничений, наложенных мероприятиями по обеспечению безопасности, должен быть организован контроль. В частности, контроль дорожного движения на региональном уровне может обеспечиваться созданием сети комплексов фото- и видеофиксации нарушений ПДД.

Цель 5. Снижение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду. Реализация цели 5 входит в сферу стратегических интересов социально-экономического развития города и напрямую зависит от деятельности администрации. В связи с этим региональные транспортные стратегии должны предусматривать комплекс задач и мер по достижению индикаторов стратегии, связанных с воздействием транспорта на экологическую ситуацию в городе, а также повышению энергоэффективности транспорта. Снижение воздействия транспорта на окружающую среду достигается через снижение выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду, снижение воздействия на городские ландшафты. Снижение выбросов достигается через стимулирование модернизации парка транспортных средств, рацию-

нальную организацию дорожного движения, обучение водителей стилю вождения, направленному на сохранение окружающей среды. Следует отметить, что в наибольшей степени под контролем муниципальных властей находится парк пассажирского автомобильного и электрического транспорта общего пользования. Развитие общественного автотранспорта с эффективными двигателями, использующими альтернативные виды топлива, является существенным фактором влияния на окружающую среду. В критических случаях для снижения загрязнения выбросов на густонаселенных территориях допустимо создание «экозоны» – зоны с ограниченным въездом автотранспорта, доступ к которой контролируется с использованием интеллектуальных транспортных систем.

На основе сформулированных целей можно предложить **примерные варианты сценариев** на каждые 5 лет внедрения стратегии устойчивого транспортного развития города. Она подразумевает поэтапное достижение запланированных индикаторов, которые контролируются каждые пять лет. Городской сценарий развития с целью прогнозирования будущих перевозок на 5 лет характеризуется сохранением устоявшейся, традиционной маршрутной схемы городского пассажирского транспорта, которая, однако, дорабатывается с целью обеспечения транспортной доступности для населения окраинных районов города (агломерации), а также для снижения степени дублирования маршрутов различных операторов перевозок. Необходимо увеличение протяженности отдельных маршрутов в соответствии с выполнением показателя качества обслуживания населения «плотность маршрутной транспортной сети». На этом временном интервале осуществляется «ре-структуризация» системы коммерческого маршрутного транспорта в сторону легализации работы перевозчиков, введения общих норм при проведении тендерных процедур, обеспечения необходимых критериев качества. Возможно расширение сети маршрутов электрического транспорта. Для этого должны быть решены все вопросы, касающиеся обеспечения беспрепятственного движения маршрутных транспортных средств (МТС) и посадки–высадки пассажиров строго на остановочных пунктах [11]. Необходимо внедрение билетной системы и создание гибкой тарифной политики.

Городской сценарий развития с целью прогнозирования будущих перевозок на 10 лет

характеризуется продвижением и обеспечением всех основных интеграционных процессов объектов транспортной инфраструктуры. Создается транспортный каркас скоростного транспортного сообщения в городе. Создаются выделенные полосы или участки УДС, которые обеспечивают главные межрайонные корреспонденции с помощью скоростного движения.

Городской сценарий развития с целью прогнозирования будущих перевозок на 15 лет характеризуется завершением всех основных интеграционных процессов в транспортной системе. Завершается формирование скоростных транспортных маршрутов. Определяется место и роль местных и иных форм пассажирских перевозок (маршрутные такси, маршрутные такси на базе легковых автомобилей и

др., например, велосипедное движение), которые вписываются в общее технологическое и информационное пространство пассажирской транспортной системы. Внедряются сегменты интеллектуальных транспортных систем, создаются предпосылки для внедрения согласованных расписаний для основных операторов городских, пригородных и междугородных перевозок и т.д. Формируются и внедряются инженерно-научные основы моделирования транспортных систем для решения задач в рамках динамического системного анализа [12].

Рассмотрим в качестве примеров организационных и методических рекомендаций разработанные сценарии развития городских транспортных систем (таблицы 1, 2, 3).

Таблица 1
ПРИМЕРНЫЙ ГОРОДСКОЙ СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
БУДУЩИХ ПЕРЕВОЗОК НА 5 ЛЕТ

Table 1
Approximate urban development scenario for the future traffic forecasting by 5 years

Номер цели	Решаемые задачи к данному временному рубежу	Другие задачи в зависимости от особенностей развития транспортной системы
1	развитие эффективной сбалансированной маршрутной транспортной сети, ликвидация разрывов и «узких мест» транспортной системы, ограничивающих ее пропускную способность	исключение дублирования маршрутов муниципальных и коммерческих операторов
2	развитие перевозок пассажиров на социально значимых маршрутах, разработка и реализация социальных транспортных стандартов в регионе, совершенствование конкурсных процедур допуска к коммерческой деятельности в сфере пассажирских перевозок	обеспечение транспортной доступности окраин города
3	содействие увеличению участия региональных транспортных организаций в транспортном обслуживании туризма	поддержание объектов транспортной инфраструктуры в нормативном состоянии
4	ужесточение и повышение надежности контроля на дорогах, повышение уровня технической и технологической безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств	устранение нелегальных видов перевозок
5	повышение доли использования экологически чистых видов топлива, гибридных и электрических двигателей транспортных средств, материалов и технологий, обеспечение экологически безопасного обращения с отходами транспортного комплекса, предупреждение и сокращение их образования, внедрение на транспортных предприятиях систем экологического менеджмента и управления качеством в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на транспорте	переход на новые модели подвижного состава

Таблица 2
ПРИМЕРНЫЙ ГОРОДСКОЙ СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
БУДУЩИХ ПЕРЕВОЗОК НА 10 ЛЕТ

Table 2
Approximate urban development scenario for the future traffic forecasting by 10 years

Номер цели	Решаемые задачи к данному временному рубежу	Другие задачи в зависимости от особенностей развития транспортной системы
1	развитие транспортных систем городской агломерации, сбалансированное развитие интегрированной инфраструктуры транспортных коммуникаций всех видов транспорта, развитие крупных пересадочных транспортных узлов, перехватывающих парковок, парковочного пространства, логистических технологий в сфере пассажирских перевозок	расширение УДС, снижение заторов на магистральных улицах города
2	развитие систем междугородного, городского, пригородного пассажирского и транспорта местного значения (сельского), развитие мультимодальных пассажирских перевозок в региональном и межрегиональном сообщениях	интеграция транспортных систем агломерации
3	интеграция в международное транспортное пространство в соответствии с принятыми обязательствами и подписанными Конвенциями	обеспечение логистики туризма
4	обеспечение состояния защищенности объектов транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства, обеспечение потребности в специалистах с уровнем профессиональной подготовки, отвечающим требованиям безопасности и устойчивости транспортной системы,	внедрение автоматизированных систем безопасности
5	повышение энергоэффективности транспорта, привлечение граждан и организаций к участию в общественной экспертизе и решении вопросов, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности транспортной системы	внедрение экологически безопасных маршрутных транспортных средств

Таблица 3
ПРИМЕРНЫЙ ГОРОДСКОЙ СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
БУДУЩИХ ПЕРЕВОЗОК НА 15 ЛЕТ

Table 3
Approximate urban development scenario for the future traffic forecasting by 15 years

Номер цели	Решаемые задачи к данному временному рубежу	Другие задачи в зависимости от особенностей развития транспортной системы
1	увеличение пропускной способности и скоростных параметров транспортной инфраструктуры, в том числе развитие инфраструктуры скоростного движения пассажирского транспорта, использование современных информационных технологий для планирования развития транспорта, проектирования транспортной инфраструктуры, управления капитальным строительством, техническим обслуживанием и ремонтом транспортной инфраструктуры и подвижного состава транспорта общего пользования	обеспечение всего комплекса показателей качества транспортного обслуживания населения города
2	развитие скоростных пассажирских перевозок, создание интеллектуальных транспортных систем для повышения качества пассажирских перевозок с использованием современных инфотелекоммуникационных технологий и глобальной навигационной системы (ГЛОНАСС), технологий управления транспортными средствами и потоками	создание центров организации дорожного движения
3	участие в создании интеллектуальных транспортных систем на местных участках международных транспортных коридоров с использованием современных инфотелекоммуникационных технологий и ГЛОНАСС	обеспечение широкого использования ИТС населением, создание сервисов и услуг ИТС [13, 14]
4	обеспечение деятельности аварийных и спасательных служб на уровне, соответствующем международным и национальным требованиям, обеспечение мобилизационной готовности транспортного комплекса	внедрение систем управления инцидентами
5	модернизация транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры региона, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду	достижение максимальной экологической безопасности транспорта

Разработка перечисленных в настоящей статье разделов транспортных стратегий представляет собой первую часть работ над стратегией и уже на этом этапе сопровождалась комплексным и согласованным обследованием и моделированием транспортных систем [6]. Сформулированные в статье рекомендации в виде целей и сценариев развития региональных транспортных систем направлены на согласованное исполнение всех региональных и муниципальных программ (программ ПКРТИ, проектов создания КСОДД, а также комплексных схем транспортного обслуживания населения КСОТ), обеспечивающих долговременное планирование, преемственность принятых решений и экономию бюджетных средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным результатом настоящей работы является вывод об осуществимости рациональных действий региональных и муниципальных транспортных руководящих органов, которые должны быть спланированы на основе региональных (муниципальных) транспортных стратегий. Базой для этого служит использование предложенных в работе примеров конкретных методических и организационных рекомендаций, более детально изложенных в работе [6]. Разработка региональных транспортных стратегий не должна иметь формальный характер, а появление основных результатов этой работы должно предшествовать исполнению проектов КСОДД, КСОТ и ПКРТИ. Технические задания на эти проекты должны составляться с учетом рекомендаций стратегий транспортного развития. При этом вопросы изучения спроса на перевозки [15], динамики поведения участников движения [16], внедрения автоматизированных систем [17] должны входить как составные части научных предпосылок транспортных стратегий [18,19].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кичеджи В. Н., Хатояма К. Москва: транспортные проблемы мегаполиса. М.: ДПК Пресс, 2010. 284 с.
2. Якимов М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография. М.: Логос, 2013. 188 с.
3. Якимов М. Р. Концепция транспортного планирования и организации движения в крупных городах: монография. Пермь: Пермский государственный технический университет, 2011. 175 с.
4. Швецов В. И., Алиев А. С. Математиче-

ское моделирование загрузки транспортных сетей. М.: Изд-во УРСС, 2003. 61 с.

5. Попков Ю. С. Теория макросистем: Равновесные модели. М.: Едиториал УРСС, 1999. 320 с.

6. Разработка стратегии транспортного развития города / Агуреев И.Е., Алиев А.А., Груничев А.В., Митюгин В.А., Пышный В.А., Темнов Э.С., Фролов Н.А. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. 118 с.

7. Ресин В.И., Дарховский Б. С., Попков Ю. С. Вероятностные технологии в управлении развитием города. М.: Едиториал УРСС, 2004. 352 с.

8. Сафронов Э. А. Транспортные системы городов и регионов. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. 272 с.

9. Симонов А. К. Общий курс транспорта. СПб.: ИВЭСЭП, Знание, 2004. 148 с.

10. Логистика: общественный пассажирский транспорт / под общ. ред. Л. Б. Миротина. М.: Экзамен, 2003. 224 с.

11. Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б. Теория транспортных процессов и систем. М.: Транспорт, 1998. 167 с.

12. Агуреев И. Е., Атлас Е. Е. Хаотическая динамика в системах транспорта // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2012. № 1. С. 94 – 106.

13. Агуреев И. Е., Пышный В. А., Кущенко Л. Е. Вопросы управления городскими транспортными системами // Современные социально-экономические процессы: Проблемы, закономерности, перспективы. Пенза, 2017. С. 72– 94.

14. Агуреев И. Е., Ахромешин А. В., Пышный В. А. К вопросу оптимизации маршрутной сети города с применением интеллектуальных транспортных систем // Современные технологии: Актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. Пенза, 2018. С. 45– 50.

15. Агуреев И. Е., Гладышев А. В. Динамика производства и спроса в диссипативной модели логистической системы // Известия ТулГУ: Технические науки. 2013. № 6–2. С. 152– 160.

16. Агуреев И. Е., Денисов М. В. Математическое описание динамики пассажирских транспортных систем // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 1(32). С.15– 22.

17. Агуреев И. Е., Митюгин В. А., Фролов Н. А. Проблемы и перспективы развития автоматизированных систем управления дорожным движением // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Материалы международной очно-заочной на-

учно-технической конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. С.304– 310.

18. Теоретическое обоснование стратегии устойчивого развития транспортной системы Душанбе / И. Е. Агуреев, А. А. Алиев, А. В. Ахромешин и [др.] // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Материалы международной очно-заочной научно-технической конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. С.378– 387.

19. Agureev I., Elagin M., Pyshnyi V., Khmelev R. Methodology of substantiation of the city transport system structure and integration of intelligent elements into it // *Transportation Research Procedia*. 2017. P.8-13.

REFERENCES

1. Kichedzhi V. N., Hatoyama K. *Moskva: transportnye problemy megapolisa* [Moscow: transport problems of the metropolis]. Moscow: DPK Press, 2010. 284 p. (in Russian)

2. Jakimov M.R. *Transportnoe planirovanie: sozdanie transportnyh modelej gorodov: monografija*. [Transport planning: creation of transport models of cities: monograph]. Moscow, Logos, 2013. 188 p. (in Russian)

3. Jakimov M.R. *Koncepcija transportnogo planirovanija i organizacii dvizhenija v krupnyh gorodah: monografija*. [Concept of transport planning and traffic management in large cities: monograph]. Perm': Permskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet, 2011. 175 p. (in Russian)

4. Shvecov V.I., Aliev A.S. *Matematicheskoe modelirovanija zagruzki transportnyh setej* [Mathematical modeling of the transport networks loading]. Moscow, Izd-vo URSS, 2003. 61p. (in Russian)

5. Popkov Ju.S. *Teorija makrosistem: Ravnovesnye modeli* [Theory of macro-systems: an equilibrium model]. Moscow, Editorial URSS, 1999. 320 p. (in Russian)

6. Agureev I. E. *Razrabotka strategii transportnogo razvitiya goroda* [Development of the city transport development strategy: studies, benefit]. / Agureev I. E., Aliev A. A., Grunichev A. V., Pyshnyi V. A., Temnov E. S., Frolov N. A. Tula: Izd-vo Tulgu, 2018. 118 p. (in Russian)

7. Resin V. I., Darkhovskij B. S., Popkov Ju. S. *Veroyatnostnye tehnologii v upravlenii razvitiem goroda* [Probabilistic technology in the management of the city development]. M.: Editorial URSS, 2004. 352 p. (in Russian)

8. Safronov E. A. *Transportnye sistemy gorodov i regionov* [Transport systems in cities and regions]. M.: Publishing house Of Association of Building Universities, 2005. 272 p. (in Russian)

9. Simonov A. K. *Onschij kurs transporta*. [General course of transport]. SPb.: IVESEP, Znanie, 2004. 148 p. (in Russian)

10. *Logistika: obschestvennyj passazhirskij transport*. [Logistics: public passenger transport] / Ed. by L. B. Mirotin. M.: Examen, 2003. 224 p. (in Russian)

11. Velmozhin A.V., Gudkov V. A., Mirotin L. B. *Teoriya transportnyh processov i sistem*. [Theory of transport processes and systems]. M.: Transport, 1998. 167 p. (in Russian)

12. Agureev I.E., Atlas E.E. *Haoticheskaja dinamika v sistemah transporta* [Chaotic dynamics in transport systems]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*, 2012, no 1. pp. 94 – 106. (in Russian)

13. Agureev I. E., Pyshnyi V. A., Kushchenko L. E. *Upravlenie gorodskimi transportnymi sistemami* [Management of urban transport systems] // *Modern socio-economic processes: Problems, patterns, prospects*. Penza, 2017. P. 72 – 94. (in Russian)

14. Agureev I. E., Aromasin A.V., Lush V. A. *K voprosu optimizacii marshrutnoj seti goroda s ispolzovaniem intellektualnyh transportnyh sistem* [To the question of optimization of the route network with the use of intelligent transport systems] // *Modern technologies: Current issues, achievements and innovations. Collection of papers of the XIV International scientific-practical conference*. Penza, 2018. P. 45 – 50. (in Russian)

15. Agureev I. E., Gladyshev A. V. *Dinamika proizvodstva i sprosa v dissipativnoj modeli logisticheskoy sistemy* [Dynamics of production and demand in the dissipative model of the logistics system]. *Izvestiya Tulgu: Technical Sciences*. 2013. No. 6–2. P. 152 – 160. (in Russian)

16. Agureev I.E., Denisov M.V. *Matematicheskoe opisanie dinamiki passazhirskih transportnyh sistem* [Mathematical description of the dynamics of passenger transport systems] *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin*, 2011, no 1 (32), pp. 15 – 22. (in Russian)

17. Agureev I. E., Mityagin V. A., Frolov N. *Problemy i perspektivy razvitiya avtomatizirovannyh sistem upravleniya dorozhnym dvizheniem* [Problems and prospects of the automated traffic control systems development] / *Problems of research of systems and means of road transport. Materials of the international intramural and extramural scientific and technical conference*. Tula: Tulgu Publishing, 2017. P. 304 – 310. (in Russian)

18. *Teoreticheskoe obosnovanie strategii ustojchivogo razvitiya transportnoj sistemy*

Dushanbe [Theoretical substantiation of the sustainable development strategy of the transport system in Dushanbe] / Agureev I. E., Aliev A. A., Akhromeshin A. V. et al. // *Problems of research of systems and means of road transport. Materials of the international intramural and extramural scientific and technical conference*. Tula: Tulgu Publishing, 2017. P. 378 – 387. (in Russian)

19. Agureev I., Elagin M., Pyshnyi V., Khmelev R. Methodology of substantiation of the city transport system structure and integration of intelligent elements into it // *Transportation Research Procedia*. 2017. P.8 – 13. (in Russian)

Поступила 02.11.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Темнов Эдуард Сергеевич (г. Тула, Россия) – канд. техн. наук, доц. кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, проректор по учебно-воспитательной работе, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» ORCID 0000-0001-9519-6234 (300012, г. Тула, пр. Ленина, 92, e-mail: etemnov@gmail.com).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Temnov Eduard Sergeevich – PhD, Associated Professor at the Department of Automobiles and Automobile Economy, Vice-rector at Tula State University, ORCID 0000-0001-9519-6234 (300012, Russia, Tula, 92, Lenin Av., e-mail: etemnov@gmail.com).

УДК 656.13+551.588.74

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПАРКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО ВИДУ ТОПЛИВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ КЛАССУ НА ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

*Ю.В. Трофименко¹, В.А. Гинзбург^{2,3}, В.И. Комков¹, В.М. Лытов^{1,2}

¹ ФБГУ ВО «МАДИ», г. Москва, Россия

² ФГБУ «ИГКЭ», г. Москва, Россия

³ Институт географии РАН

*ywtrofimenko@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Приведены результаты оценки выбросов парниковых газов (ПГ) парком автотранспортных средств по методике COPERT-4 с использованием исходных данных, содержащихся в форме №1-БДД о численности парка автотранспортных средств (АТС) России и трех вариантов детализации структуры парка по виду потребляемого топлива и экологическому классу, принятых в разных организациях. Эти данные не приводятся в формах государственной статистической отчетности и генерируются исследователями самостоятельно.

Материалы и методы. Установлено, что различные подходы к структуризации парка по виду потребляемого топлива и экологическому классу дают незначительный разброс значений валовых выбросов ПГ (до 4,1%) при настройке годовых пробегов АТС. Для настройки значений среднегодовых пробегов в рассматриваемых подходах к генерации исходных данных при расчете валовых выбросов ПГ парком АТС введено понятие суммарной условной транспортной работы, значение которой для всех рассматриваемых вариантов расчетов ПГ должно быть одинаковым.

Результаты. Если такая корректировка не производится, то разница полученных расчетных значений валовых выбросов ПГ парком АТС у разных авторов достигает 25-30%. Обсуждение и заключение: Достоверность оценки полученных величин выбросов ПГ подтверждается косвенным методом – путем сравнения данных статистической отчетности об объемах потребления моторного топлива разными потребителями, представленных в топливно-энергетическом балансе и расчетными значениями топливопотребления по методике оценки валовых выбросов ПГ COPERT-4.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: автомобильный транспорт, автотранспортные средства, структура парка, вид топлива, экологический класс, годовой пробег, удельный расход топлива, выбросы парниковых газов, инвентаризация, мониторинг.

© Ю.В. Трофименко, В.А. Гинзбург, В.И. Комков, В.М. Лытов



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

INFLUENCE OF THE MOTOR VEHICLE PARKING STRUCTURE BY FUEL TYPE AND ECOLOGICAL CLASS ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS

*Yu.V. Trofimenko¹, V.A. Ginzburg^{2,3}, V.I. Komkov¹, V.M. Lytov^{1,2}

¹Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia;

²Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology,
Moscow, Russia;

³Institute of Geography, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

*ywtrofimenko@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The results of estimating greenhouse gas (GHG) emissions by a vehicle fleet are described, using the COPERT-4 methodology and the baseline data contained in 1-BDD form, concerning the number of vehicle fleets in Russia and three options for detailing the fleet structure by the fuel type and ecological class in different organizations. Such data is not provided in the forms of state statistical reports and is generated by the researchers.

Materials and methods. Various approaches to the structuring of the park by the fuel type and the ecological class give a slight variation in the values of GHG emissions' gross (up to 4.1%), which confirms the correctness and approaches' validity to the generation of the required initial data. The authors introduce the concept of total conditional transport work in order to adjust the values of the average annual mileage to the generation of the required initial data in the calculation of GHG emissions gross by the fleet of cars. Moreover, the value of total conditional transport work for all considered GHG variants should be the same.

Results. As a result, if such adjustment is not made, the difference between the obtained calculated values of GHG emissions gross by the vehicle fleet for different authors would reach 25-30%.

Discussion and conclusions. The reliability of the GHG emission values estimation is confirmed by the indirect method or by comparing the data of statistical reporting on the volumes of motor fuel consumption depending on different consumers in the fuel and energy balance, and on the fuel consumption values, and on the greenhouse gas emissions gross by the COPERT-4 method.

KEYWORDS: road transport, vehicles, fleet structure, fuel type, ecological class, annual mileage, specific fuel consumption, greenhouse gas emissions, inventory, monitoring.

© Yu.V. Trofimenko, V.A. Ginzburg, V.I. Komkov, V.M. Lytov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Формирование национальной системы учета выбросов парниковых газов (ПГ) транспортом (требования Киотского Протокола к Рамочной Конвенции об изменении климата РКИК) в настоящее время сдерживается из-за отсутствия требуемой детализации и уровня точности данных о деятельности автомобильного транспорта, который выбрасывает примерно 2/3 суммарных валовых выбросов ПГ транспортом [1].

По методике Международной группы экспертов ООН по изменению климата (МГЭИК) [2], используемой в разных странах при разработке национальных кадастров выбросов ПГ, автомобильный транспорт относится к категории «Дорожный транспорт» и входит в сектор «Энергетика». При этом в данной методике выбросы ПГ стационарными источниками автотранспортного комплекса, величина которых могут достигать до 40-50% выбросов ПГ передвижными источниками [1], учитываются отдельно от выбросов автотранспорта в категории «стационарное сжигание топлива».

Оценку валовых выбросов ПГ парком АТС [1, 2] выполняют с использованием данных о годовых объемах топливопотребления разных видов моторного топлива и удельных выбросах ПГ на единицу сожженного топлива определенного вида или численности парка АТС, их годовых пробегов, топливной экономичности (удельного расхода топлива на 100 км пробега), удельных выбросах ПГ на единицу пробега или на единицу массы топлива. В обоих случаях необходимо знать структуру парка АТС по виду топлива и экологическим классам.

Основными источниками статистических данных при расчете валовых выбросов парниковых газов парком АТС являются сборники Росстата «Транспорт и связь в России» [3] и «Российский статистический ежегодник» [4], форма 1-БДД ГУОБДД МВД РФ (<http://stat.gibdd.ru/>). Но в формах статистической отчетности не содержатся данные о структуре парка АТС по экологическим классам и по виду потребляемого топлива, а также данные о годовых пробегах АТС разных типов, их топливной экономичности в реальных условиях эксплуатации, зависящей от множества различных факторов¹ [5]. Они генерируются исследователями, исходя из различных соображений и допущений.

Целью данной работы является оценка влияния различных подходов к оценке этих параметров на величину валовых выбросов парниковых газов парком АТС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассматриваемые в методике [2] передвижные источники выбросов ПГ включают легковые автомобили, легкие грузовики, автомобили большой грузоподъемности, тягачи с прицепами и полуприцепами, автобусы, мотоциклы (включая мопеды, скутеры и мотоциклы с коляской). Данные транспортные средства работают на бензине, дизельном или газовом моторном топливе. Рассчитываются валовые выбросы следующих парниковых газов – диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O). Реализованный в работе подход к оценке выбросов ПГ парком АТС соответствует уровню 2 МГЭИК для CO_2 и уровню 3 МГЭИК для CH_4 и N_2O .

Методика МГЭИК для оценки выбросов ПГ автомобильным транспортом допускает использование нескольких расчетных моделей, например, US EPA MOVES [6], EMEP/EEA [7]. Модель EMEP/EEA реализована в виде компьютерной программы COPERT-4 [8], в основе которой лежат принципы «Руководства по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ» МГЭИК. Программа COPERT-4 с 2015 года применяется в России для оценки эмиссии ПГ от парка АТС в Национальном кадастре антропогенных выбросов парниковых газов [9, 10].

Эмиссии ПГ от автомобилей в программе COPERT-4 рассчитываются с учетом среднегодовых пробегов, средней скорости движения на городских, сельских дорогах и автомагистралях, категории, массы транспортного средства, объема двигателя легковых АТС, вида топлива. Исходными данными являются численность парка АТС разных категорий, структура парка по экологическому классу и виду топлива, а также климатические характеристики региона. Также в качестве исходных данных используются удельные (на единицу пробега) выбросы ПГ, которые зависят от года выпуска АТС и наличия средств подавления выбросов загрязняющих веществ. Для расчетов выбросов ПГ необходимо иметь все выше перечисленные данные и правильно их структурировать.

¹ Трофименко Ю.В. Теория экологических характеристик автомобильных энергоустановок. Автореферат дис. ... доктора технических наук / Моск. гос. автомобильно-дорожный ин-т. Москва, 1996.

Выбросы CO_2 оцениваются по статистическим данным о численности АТС, виде и объему (массе) потребления моторного топлива, а также по содержанию углерода в топливе разного вида, так как предполагается, что весь углерод, содержащийся в топливе при сжигании выбрасывается в виде CO_2 :

$$M_{\text{CO}_2} = \sum_a [\text{Топливо}_a \cdot EF_a], \quad (1)$$

где M_{CO_2} – масса выбросов CO_2 , кг; Топливо_a – энергосодержание реализованного на АЗС моторного топлива a -вида, ТДж; EF_a – удельный выброс CO_2 на единицу выделенной энергии от сжигания топлива, кг/ТДж.

Оценку значений валовых выбросов CH_4 и N_2O выполняют при использовании в качестве исходных данных годовых пробегов АТС и других факторов по формуле:

$$M_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = \sum_{a,b,c,d} [\text{Расстояние}_{a,b,c,d} \cdot EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}, \quad (2)$$

где $M_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$ – масса выброса CH_4 или N_2O , кг; $EF_{a,b,c,d}$ – удельные выбросы CH_4 или N_2O на единицу пробега при различных условиях, кг/км; $\text{Расстояние}_{a,b,c,d}$ – годовой пробег АТС при прогревом двигателя, км; C – выбросы CH_4 или N_2O в фазе разогрева (холодный пуск), кг; a – вид топлива (дизтопливо, бензин, природный газ, попутный газ); b – тип транспортного средства; c – технология борьбы с выбросами (неконтролируемая, каталитический нейтрализатор и т.д.); d – условия эксплуатации (городские, сельские дороги, автомагистрали, природно-климатические факторы).

СТРУКТУРА ПАРКА АТС ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ КЛАССУ, ВИДУ ТОПЛИВА У РАЗНЫХ АВТОРОВ

Исходные данные для анализа структуры парка АТС содержатся в ежегодной форме статистической отчетности ГИБДД МВД России (№1-БДД), которая содержит информацию о численности АТС, стоящих на учете в Российской Федерации. До 2013 года в этой форме приводились только данные об общей численности АТС по категориям: легковые, грузовые автомобили, автобусы и мотоциклы отечественных моделей (иностраные марки не детализировались). С 2014 года в форме №1-БДД данные по грузовому транспорту разбиты на 3 подкатегории: N1, N2 и N3. Данные по автобусам разделены на 2 категории: ка-

тегория M2 и M3. Приводятся также данные о возрасте АТС с разбивкой по категориям (до 1 года, 1-3 года, 3-5 лет, 5-10 лет, 10-15 лет), численности АТС, работающих на природном газе (сжиженный и компримированный) и с электроприводом (в том числе с гибридной силовой установкой).

Как отмечено выше, в программе COPERT-4 используется также разбивка парка АТС по экологическим классам, виду топлива (бензин или дизельное топливо) и годовым пробегам для каждой категории транспортных средств, рабочему объему двигателя для легковых автомобилей. Генерирование этих данных производится на основании обобщения результатов опросов владельцев АТС, расчетов по итерационным математическим моделям [11], экспертных оценок. Такие оценки не раз проводились специалистами МАДИ для решения задач планирования и анализа деятельности автотранспортного комплекса, инвентаризации и прогноза выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов автомобильным транспортом [5, 11, 12, 13].

Хотя, достоверность оценки структуры парка АТС по виду топлива и экологическому классу не ставилась под сомнение, в последние годы появились альтернативные оценки этих показателей, которые были получены в Объединенном институте исследований глобальных изменений - Joint Global Change Research Institute, USA (JGCRI, USA) [14] и в Институте глобального климата и экологии имени Ю.А. Израэля (ИГКЭ) [11] соавторами статьи.

Специалистами JGCRI, USA (вариант 1) используются данные по виду топлива и экологическому классу АТС, приведенные аналитическим агентством «Автостат» [15] и при оценке валовых выбросов ПГ учитывается только численность «активно используемого парка АТС».

Специалисты МАДИ (вариант 2) [9] при расчете выбросов ПГ автомобильным парком ориентируются на форму №1-БДД и учитывают изменение численности АТС в парке по виду топлива и экологическому классу на основании анализа динамики их поставок и выбытия из парка [9, 10].

Подход ИГКЭ (вариант 3) также ориентирован на форму №1-БДД и учитывает результаты экспертных оценок и анализа актуальной информации и данных периодической печати [16-20] об активно используемой доле автомобильного парка и использован при расчете выбросов ПГ парком АТС в национальном кадастре за период с 1990 по 2016 гг. [10].

Проведем сравнительный анализ влияния подходов разных авторов к структурированию парка АТС по виду топлива и экологическому классу на величину выбросов ПГ парком России в 2014 году. По данным ГИБДД общая численность АТС в 2014 году составила: 43,2 млн ед. легковых автомобилей (категория М1); 3,0 млн ед. легких коммерческих автомобилей (категория N1); 1,5 млн ед. грузовых автомобилей категории N2; 1,6 млн ед. грузовых автомобилей категории N3; 507 тыс. ед. автобусов категории М2; 371 тыс. ед. автобусов категории М3. Структура парка АТС по виду потребляемого топлива для разных вариантов представлена в таблице 1 (Принято допущение, что легковые и легкие коммерческие АТС, работающие на газомоторном топливе, включены в группу бензиновых, тяжелые грузовики и автобусы - дизельных).

Для использования методики COPERT-4 легковые автомобили разбиты дополнительно по объему двигателя, грузовые АТС – по массе, автобусы – по габаритам. При выполнении сравнительных оценок валовых выбросов ПГ для всех трех подходов принималось допущение,

что все автомобили категорий М1 имеют рабочий объем двигателя 1,4-2,0 литра. В таблице 2 приведены значения структуры парка грузовых автомобилей (по массе) и автобусов (по габаритам), которые также были приняты в качестве исходных данных при выполнении расчетов.

Известно, что не все автомобили, зарегистрированные в базе ГИБДД, находятся в технически исправном состоянии. По этому показателю в сравниваемых вариантах имеются различия. В варианте 1 оценивалась численность «активного автопарка», то есть транспортные средства, используемые регулярно. Источник информации - «Российский союз страховщиков» представил сведения о количестве выданных страховых полисов, которые были специалистами JGCRI, USA дополнительно скорректированы [14]. В итоге «активный автопарк» по виду используемого топлива (бензин, дизельное топливо) по варианту 1 составил: для легковых автомобилей - 86% на дизельном топливе, 75% на бензине; легких грузовых автомобилей - соответственно 84% и 67%, тяжелых грузовых автомобилей - 57% и

Таблица 1
СТРУКТУРА ПАРКА АТС ПО ВИДУ ТОПЛИВА, %

Table 1
Structure of the PBX park by the fuel type, %

Тип АТС	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
	Бензин	Дизельное топливо	Бензин	Дизельное топливо	Бензин	Дизельное топливо
Легковые автомобили	95	5	95	5	96	4
Легкие коммерческие	72	28	65	35	72	28
Тяжелые грузовые	38	62	9	91	25	75
Автобусы	55	45	37	63	46	54

Таблица 2
СТРУКТУРА ПАРКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ (ПО МАССЕ) И АВТОБУСОВ (ПО ГАБАРИТАМ), %

Table 2
Structure of the trucks (by weight) and buses (by size) park, %

Тип АТС	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Грузовые:			
< 7,5 т	35	38	38
7,5-12 т	19	14	14
12-14 т	9	13	13
> 14 т	37	35	35
Автобусы:			
малые	75	32	58
средние	12	42	21
большие	13	26	21

41%, автобусов - 70% и 63%. В варианте 2 рассматривалась списочная численность парка АТС, а в варианте 3 принималось допущение, что 10% численности каждой категории АТС являются технически неисправными.

На рисунке 1 приведены результаты сравнительной оценки структуры автомобильного парка России по экологическому классу (%), выполненные разными авторами по вариантам 1-3.

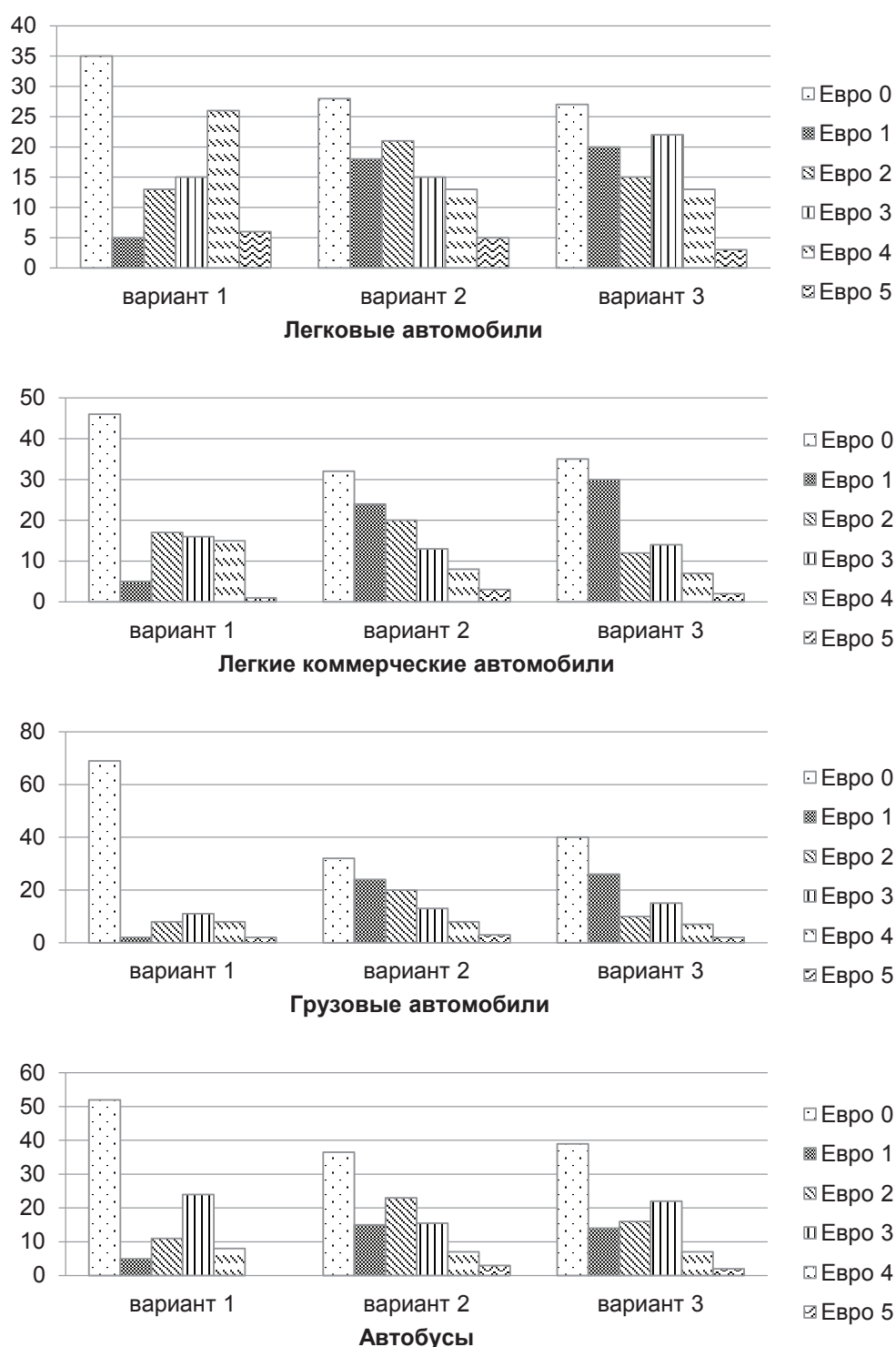


Рисунок 1 – Структура парка АТС России по экологическому классу в 2014 году по данным разных авторов, %

Figure 1 – Structure of the PBX park in Russia by ecological class in 2014 according to different authors, %

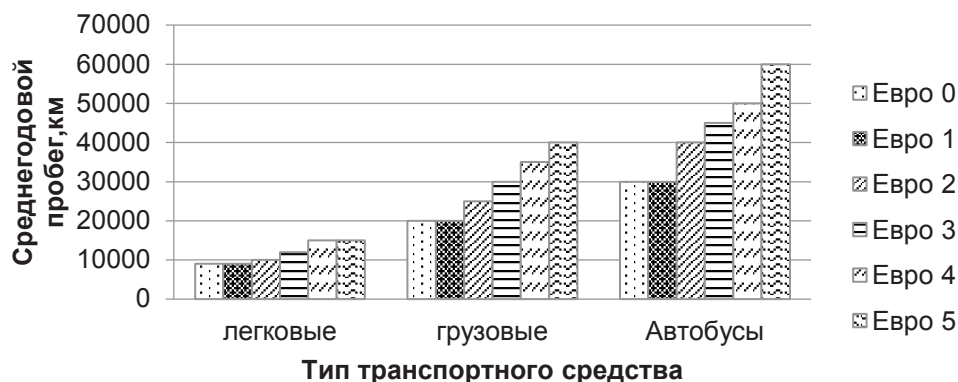


Рисунок 2 – Среднегодовые пробеги разных групп АТС по экологическим классам (вариант 2), км

Figure 2 – Average annual mileage of different groups of ATS by environmental classes (option 2), km

На рисунке 2 приведены значения среднегодовых пробегах АТС различных типов и экологических классов, полученные специалистами МАДИ.

Приведенные на рисунке 2 данные о среднегодовых пробегах разных категорий АТС разного экологического класса были приняты за базу при корректировке средних годовых пробегах АТС для других вариантов расчетов, исходя из условия, что суммарная условная транспортная работа, выполненная парком АТС, должна быть одинаковой для всех вариантов расчета выбросов ПГ.

Под суммарной условной транспортной работой в данной работе понимается произведение численности АТС в парке и их средних годовых пробегах в соответствующих группах АТС, которая определяется по формуле:

$$T_p = \sum_j (M1_j \cdot l_{M1j} + N1_j \cdot l_{N1j} + N2_j \cdot l_{N2j} + N3_j \cdot l_{N3j} + M2_j \cdot l_{M2j} + M3_j \cdot l_{M3j}), \text{ед} \cdot \text{км} \quad (3)$$

где: $M1$ – численность легковых АТС, ед.; $N1$ – численность легких коммерческих АТС массой до 3,5 т, ед.; $N2$ – численность грузовых АТС массой от 3,5-12 т, ед.; $N3$ – численность грузовых АТС массой более 12 т, ед.; $M2$ – численность автобусов массой до 5 т, ед.; $M3$ – численность автобусов массой более 5 т, ед.; j – вид потребляемого топлива, бензин/дизельное топливо (ДТ); l – средний годовой пробег АТС каждой группы, км.

Чтобы обеспечить равенство суммарной условной транспортной работы парком АТС

величины среднегодовых пробегах соответствующих категорий АТС по вариантам 1 и 3 увеличивались пропорционально доли «активно используемых» АТС каждой категории.

В результате такой настройки были скорректированы средние годовые пробеги АТС каждой категории АТС по виду топлива и экологическому классу для всех рассматриваемых вариантов расчета выбросов ПГ. При этом значения суммарной условной транспортной работы (по формуле 3) были примерно одинаковыми и составили для варианта 1 – $6,2 \cdot 10^{11}$ ед.*км, варианта 2 – $6,5 \cdot 10^{11}$ ед.*км и варианта 3 – $6,7 \cdot 10^{11}$ ед.*км.

Средние скорости движения по разным типам дорог также принимались одинаковыми для всех трех вариантов расчетов выбросов ПГ (по данным МАДИ).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты расчета выбросов ПГ в России в 2014 году при использовании разных вариантов подхода к структуризации парка по виду топлива и экологическому классу, представлены в таблице 4.

Следует, что значения валовых выбросов отдельных ПГ парком АТС по рассматриваемым вариантам имеют некоторые различия. Суммарный валовый выброс ПГ парком АТС в CO_2 -эквиваленте по варианту 1 составил 153,83 млн т $\text{CO}_{2\text{-экв}}$, варианту 2 – 160,15 млн т $\text{CO}_{2\text{-экв}}$, варианту 3 – 157,20 млн т $\text{CO}_{2\text{-экв}}$.

Коэффициенты для пересчета выбросов ПГ в $\text{CO}_{2\text{-эквиваленте}}$ приняты следующие – $\text{CO}_2:\text{CH}_4:\text{N}_2\text{O}=1:21:310$.

Таким образом, выполненные расчетные

Таблица 4
ВАЛОВЫЕ ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПАРКОМ АТС РОССИИ В 2014 ГОДУ, млн т

Table 4
Greenhouse gas emissions of the PBX park in Russia in 2014, million tons

Категория ТС	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Легковые	97,157	0,0172	0,002	89,253	0,0193	0,003	89,130	0,0177	0,003
Легкие коммерческие	16,146	0,0024	0,00053	16,284	0,002	0,00073	16,164	0,0022	0,00078
Грузовые	27,555	0,0033	0,0007	34,900	0,0039	0,00094	34,509	0,0045	0,00084
Автобусы	11,426	0,0014	0,00012	17,609	0,0022	0,00027	15,330	0,0029	0,0002
ВСЕГО	152,284	0,0243	0,00335	158,046	0,0274	0,00494	155,133	0,0273	0,00482

оценки валовых выбросов ПГ автомобильным парком России в 2014 году по трем сравниваемым вариантам генерации данных численности АТС по виду топлива, экологическому классу показали незначительный разброс значений выбросов ПГ, который не превышает 4,1%.

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ

Эффективная практика оценки достоверности результатов инвентаризации выбросов ПГ автомобильным транспортом заключается в сравнении суммарного потребления топлива парком АТС, рассчитанного по методике COPERT-4, с данными официальной статистики (Росстата) о суммарном потреблении топлива автотранспортом. Значительные различия значений объемов (массы) потребления топлива, полученных при выполнении расчетов и по данным статистики могут свидетельствовать о том, что один или оба набора статистических и сгенерированных данных содержат ошибки, и требуют уточнения.

При этом следует отметить, в России отсутствуют достоверные статистические данные о потреблении топлива личным автотранспортом, а также об объемах продажи моторного топлива. Статистика оптовых продаж ведется только в ценовом эквиваленте (в рублях), а в статистике розничных продаж один и тот же объем топлива может быть учтен неоднократно при каждой продаже. Такие данные не пригодны для сравнения и оценки досто-

верности расчета валовых выбросов ПГ автомобильным транспортом. Поэтому в работе используются статистические данные топливно-энергетического баланса, который составлен по отраслевому принципу. Например, при оценке достоверности результатов инвентаризации ПГ в Национальном кадастре проводится перераспределение объемов топлива между отдельными категориями потребителей, представленных в топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) (форма 4-ТЭР). Предполагается, что весь автомобильный бензин, отнесенный к различным отраслям, в результате сжигается автомобильным транспортом. Более сложная ситуация с определением объемов (массы) потребления дизельного топлива автотранспортом. Часть дизельного топлива, отпущенная по информации ТЭБ населению, по экспертным оценкам, расходуется не только в качестве моторного топлива для АТС, но и для обогрева домов и выработки электроэнергии аварийными дизельными генераторами и т.д. [10]. В этой связи значения объема потребления дизельного топлива парком АТС при сведении балансовых расчетов являются менее достоверными, и могут нуждаться в дополнительной настройке.

Результаты сравнения расчетных значений потребления бензина и дизельного топлива парком АТС по методике COPERT-4 и данных статистики о годовом потреблении топлива парком АТС в 2014 году [10] с приведенными допущениями представлены в таблице 5.

Таблица 5

ПОТРЕБЛЕНИЕ БЕНЗИНА И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПАРКОМ АТС В 2014 ГОДУ
ПО ДАННЫМ РОССТАТА И РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТОВ
ПО МЕТОДИКЕ COPERT-4 ПО РАЗНЫМ ВАРИАНТАМ ГЕНЕРАЦИИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, ТДж

Table 5

Gasoline and diesel consumption by PBX park in 2014, according to Rosstat
and to the COPERT-4 methodology calculation
for different variants of the initial data generating, TJ

Вид топлива		Данные Росстата	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Бензин		1 522 251	1 590 271	1 432 554	1 509 529
	Разница, %	-	+4,3	-5,9	-0,8
Дизельное топливо		690 288	512 675	745 737	632 650
	Разница, %	-	-25,7	+7,5	-8,3
Суммарное потребление топлива парком АТС		2 212 539	2 102 946	2 178 291	2 142 179
	Разница, %	-	-5,0	-1,55	-3,18

Наблюдается хорошее соответствие статистических и расчетных значений общего объема потребления моторного топлива (в энергетическом эквиваленте) по всем рассматриваемым вариантам генерации исходных данных (максимальная разница значений составляет 5%) с учетом настойки значений среднегодовых пробегов АТС по одинаковому значению суммарной условной транспортной работы, выполненной парком АТС в рассматриваемый промежуток времени. Если такая настойка не производится, то разница полученных расчетных значений валовых выбросов ПГ парком АТС у разных авторов достигает 25-30%. Из таблицы 5 также следует, что наибольший разброс статистических и расчетных значений топливопотребления наблюдается для дизельного топлива и связано это, как отмечалось выше, с отсутствием в формах государственной статистической отчетности данных о потреблении дизельного топлива автомобильным транспортом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В формах статистической отчетности не содержатся данные о распределении автомобилей по экологическим классам и по виду

потребляемого топлива, а также отсутствуют данные по среднему годовому пробегу АТС различных категорий и разных экологических классов.

Проведенное сравнение разных методов оценки выбросов парниковых газов парком АТС Российской Федерации, показало, что принятые в разных организациях подходы к генерированию исходных данных в случае приведения значений средних годовых пробегов разных категорий АТС к одинаковой суммарной условной транспортной работе парком АТС несущественно влияют на итоговую оценку выбросов парниковых газов автомобильным транспортом. Если такая корректировка не производится, то разница полученных расчетных значений валовых выбросов ПГ парком АТС у разных авторов достигает 25-30%.

Достоверность оценки величин выбросов ПГ подтверждается косвенным методом - путем сравнения данных статистической отчетности об объемах потребления моторного топлива разными потребителями, представленных в топливно-энергетическом балансе и расчетными значениями топливопотребления по методике оценки валовых выбросов ПГ парком АТС, заложенной в программе COPERT-4.

Работа выполнена в рамках:

- НИОКР Росгидромета 1.3.5.2. «Подготовка национальных отчетов в соответствии с обязательствами по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, включая кадастры антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов на территории РФ»;
- НИОКР Росгидромета 1.3.5.3 «Разработка и усовершенствование методов инвентаризации выбросов короткоживущих климатически активных веществ антропогенного происхождения»;
- темы № 0148-2018-0006 (0148-2014-0005) ГЗ «Решение фундаментальных проблем анализа и прогноза состояния климатической системы Земли» (рег. № 012001352499);
- темы НИР «Комплексная оценка последствий ратификации Парижского соглашения по климату для транспортной отрасли Российской Федерации и разработка научно обоснованных предложений по формированию отраслевых национальных методик определения объемов выбросов парниковых газов по всем видам транспорта в Российской Федерации».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Trofimenko Yu., Komkov V. and Donchenko V. Problems and prospects of sustainable low carbon development of transport in Russia. International Conference on Sustainable Cities IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 177 (2018) 012014. 11 pp doi:10.1088/1755-1315/177/1/012014
2. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006г. / Под ред. С. Игглестона, Л. Буэндиа, К. Мива, Т. Нгара и К. Танабе // Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. ИГЕС, Япония. 2006. Т.1-5. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html> (дата обращения: 09.11.2018).
3. Кевеш А.Л., Сабельникова М.А., Агеева Л.И. Транспорт и связь в России 2016 // Статистический сборник. 2016. 47 с.
4. Суринов А. Е., Баранов Е.Ф., Безбородова Т.С. Российский статистический ежегодник 2017 // Статистический сборник. 2017. 442 с.
5. Donchenko V., Kunin Y., Ruzski A., Mekhonoshin V., Barishev L., Trofimenko Y. Estimated atmospheric emission from motor transport in Moscow based on transport model of the city. В сборнике: Transportation Research Procedia 2016. С. 2649-2658.
6. Clifford T. Hall, George J. Noel. The Usage of the U.S. Environmental Protection Agency's (USEPA) Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES) with the Federal Aviation Administration's (FAA) Emissions and Dispersion Modeling System (EDMS) // United States Department of Transportation/Volpe Center. – 2014.
7. EEA: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark. – URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013> (дата обращения: 11.10.2018).
8. COPERT Versions [Электронный ресурс] – URL: <http://www.emisia.com/utilities/copert/versions/> (дата обращения: 09.11.2018).
9. НДК 2015. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990. – 2013 гг. в 2 томах. М.: 2015. С. 57-60.
10. НДК 2018. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2016 гг. М.: 2018. С. 58-61.
11. Трофименко Ю.В., Ефремов А.В., Фурсов С.Б. Упрощенная методика прогнозирования численности парка автотранспортных средств // Совершенствование автомобильных и тракторных двигателей: сборник научных трудов. М.: МАДИ. 1992. С.27-32.
12. Трофименко Ю.В., Комков В.И., Григорьева Т.Ю. Прогноз численности и структуры автомобильного парка Российской Федерации по экологическому классу, типу энергоустановок и виду топлива на период до 2030 года // Сборник трудов шестого международного экологического конгресса (восьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT 2017, 20-24 сентября 2017 г., г. Самара - Тольятти, Россия. Издательство «ELPIT». 2017. Т.5. С. 196-212.
13. Григорьева Т.Ю., Трофименко Ю.В. Прогноз выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортным комплексом Российской Федерации на период до 2030 года // Автотранспортное предприятие. 2009. № 3. С. 31-35.
14. Kholod N., Meredydd E., Kuklinski T. Russia's black carbon emissions: focus on diesel sources.- Atmos. Chem. Phys., 16,

11267–11281, 2016. – URL: www.atmos-chem-phys.net/16/11267/2016/ (дата обращения: 09.11.2018).

15. Avtostat: Park of PC, LCV, HCV, BUS as of 01.01.2015 (Russia, Russian regions), Dataset, Avtostat, Togliatti, Russia, 2015.

16. Статистика продаж новых автомобилей в России за 2006-2014 год. URL: <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/europe/2010/russia/> (дата обращения: 09.11.2018).

17. RAMR: Corporate truck fleet in Russia, Russian Automotive Market Research, Moscow. URL: <http://www.napinfo.ru/page/id/10180> (дата обращения: 21.05.2016).

18. Отчет Russian Automotive Market Research «Парк легковых автомобилей на 1.01.2017 г.» URL: <http://www.napinfo.ru/articles/avtostatistika-analiz-avtomobilnogo-rynka-o-kompanii-avtomobilnyy-rynok-2/> (дата обращения: 14.06.2018)

19. Avtostat: Vehicle fleet in Russia in 2014, Avtostat. URL: <http://avtostat-info.com/Article/130> (дата обращения: 09.11.2018).

20. Yan, F., Winijkul, E. Jung, S., Bond, T. C., and Streetsm D. G.: Global emission projections of particulate matter (PM): I. Exhaust emission from on-road vehicles, Atmos. Environ., 2011.

REFERENCES

1. Trofimenko Yu., Komkov V. and Donchenko V. Problems and prospects of sustainable low carbon development of transport in Russia. International Conference on Sustainable Cities IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 177 (2018) 012014. 11 pp. doi:10.1088/1755-1315/177/1/012014

2. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Japan) NGGIP, available at: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>

3. Kevesh A. L., Sabel'nikova M. A., Ageeva L. I. Transport i svyaz' v Rossii 2016 [Transport and communications in Russia, 2016]. *Statisticheskij sbornik*, 2016. 47 p.

4. Surinov A. E., Baranov E. F., Bezborodova T. S. *Rossiyskij statisticheskij ezhegodnik 2017*, [Russian statistical yearbook]. Statisticheskij sbornik, 2017. 442 p.

5. Donchenko V., Kunin Y., Ruzski A., Mekhonoshin V., Barishev L., Trofimenko Y. Estimated atmospheric emission from motor transport in Moscow based on transport city

model. Transportation Research Procedia 2016. Pp. 2649-2658.

6. Clifford T. Hall, George J. Noel. The Usage of the U.S. Environmental Protection Agency's (USEPA) Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES) with the Federal Aviation Administration's (FAA) Emissions and Dispersion Modeling System (EDMS) // United States Department of Transportation/Volpe Center, 2014.

7. EEA: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>.

8. COPERT Versions, available at: <http://www.emisia.com/utilities/copert/versions/>

9. NDK 2015. *Nacional'nyj doklad o kadastro antropogennyh vybrosov iz istochnikov i absorbcii poglotiteljami parnikovyh gazov, ne reguliruemym Monreal'skim protokolom za 1990 – 2013 gg* [National report on the inventory of anthropogenic emissions by sources and by sinks removals of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for the 1990 – 2013 years]. Moscow, 2015. Pp. 57-60.

10. NDK 2018. *Nacional'nyj doklad o kadastro antropogennyh vybrosov iz istochnikov i absorbcii poglotiteljami parnikovyh gazov, ne reguliruemym Monreal'skim protokolom za 1990 – 2016 gg* [National report on the inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for the years 1990 – 2016]. Moscow, 2018. Pp. 58-61.

11. Trofimenko Ju.V., Efremov A.V., Fursov S.B. Uproshchennaya metodika prognozirovaniya chislennosti parka avtotransportnyh sredstv [Simplified method of predicting the number of motor vehicles]. *Sovershenstvovanie avtomobil'nyh i traktornyh dvigatelej: sbornik nauchnyh trudov* Moscow, 1992, pp. 27-32.

12. Trofimenko Ju.V., Komkov V.I., Grigor'eva T.Ju. [Forecast of the number and structure of the car park of the Russian Federation by ecological class, type of power plants and type of fuel for the period up to 2030]. *Sbornik trudov shestogo mezhdunarodnogo ehkologicheskogo kongressa (vos'moj mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii) «EHkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti promyshlenno-transportnyh kompleksov»* ELPIT 2017, 20-24 sentyabrya 2017 g., Samara - Tol'yatti, Rossiya. Izdatel'stvo «ELPIT», pp 196-212.

13. Grigor'eva T.Ju., Trofimenko Ju.V. [Forecast of emissions of pollutants into the atmosphere by the autotransport complex of the Russian Federation for the period up to 2030]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2009, no 3, pp. 31-35.

14. Kholod N., Meredydd E., Kuklinski T. Russia's black carbon emissions: focus on diesel sources. - *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 11267–11281, 2016, available at: www.atmos-chem-phys.net/16/11267/2016/

15. Avtostat: Park of PC, LCV, HCV, BUS as of 01.01.2015 (Russia, Russian regions), Dataset, Avtostat, Togliatti, Russia, 2015.

16. Statistika prodazh novykh avtomobilej v Rossii za 2006-2014 god, available at: <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/europe/2010/russia/>

17. RAMR: Corporate truck fleet in Russia, Russian Automotive Market Research, Moscow, available at: <http://www.napinfo.ru/page/id/10180>

18. . Otchet Russian Automotive Market Research «Park legkovykh avtomobilej na 1.01.2017 g.», available at: <http://www.napinfo.ru/articles/avtostatistika-analiz-avtomobilnogo-rynka-o-kompanii-avtomobilnyy-rynok-2/>

19. Avtostat: Vehicle fleet in Russia in 2014, Avtostat, available at: <http://avtostat-info.com/Article/130/>

20. Yan, F., Winijkul, E. Jung, S., Bond, T. C., and Streetsm D. G.: Global emission projections of particulate matter (PM): I. Exhaust emission from on-road vehicles, *Atmos. Environ.*, 2011.

Поступила 10.11.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Трофименко Юрий Васильевич – доктор технических наук, профессор, ORCID ID: 0000-0002-3650-5022, Scopus Author ID: 56098551600, Researcher ID: N-7846-2018, Заведующий кафедрой техносферной безопасности, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), (125319, Москва, Ленинградский пр., 64, e-mail: ywtrofimenko@mail.ru).

Гинзбург Вероника Александровна – кандидат географических наук, ORCID id - 0000-0002-2082-5259, Scopus Author ID – 25723084200, ResearcherID – V-5071-2017, заведующая отделом, ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля», (107058, Москва, Глебовская ул., 20Б), старший научный сотрудник, Институт географии РАН, (119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29, e-mail: veronika.ginzburg@gmail.com).

Комков Владимир Иванович – кандидат технических наук, ORCID id - 0000-0002-8712-4553, ResearcherID: E-3728-2014, Scopus Author ID – 57203511719, доцент кафедры техносферной безопасности, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), (125319, Москва, Ленинградский пр., 64, e-mail: v.komkov@gmail.com).

Лытов Владислав Михайлович – младший научный сотрудник, ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля», ORCID id- 0000-0002-4779-8916, Researcher ID- S-4856-2018, (107058, Москва, Глебовская ул., 20Б, e-mail: vladislav.lytoff@yandex.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Trofimenko Jurij Vasil'evich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Technosphere Safety Department, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) ORCID ID: 0000-0002-3650-5022, Scopus Author ID: 56098551600, Researcher ID: N-7846-2018, (125319, Moscow, Russia, 64, Leningradsky Ave., e-mail: ywtrofimenko@mail.ru).

Ginzburg Veronika Aleksandrovna – Candidate of Geographical Sciences, Head of Department, Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, ORCID ID: 0000-0002-2082-5259, Scopus Author ID: 25723084200, Researcher ID: V-5071-2017, (107058, Moscow, Russia, 20 B, Glebovskaya St.), Senior Research Assistant, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, (119017, Moscow, Russia, 29, Staromonetny Lane, e-mail: veronika.ginzburg@gmail.com).

Komkov Vladimir Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow Automobile and Road Construction

State Technical University (MADI), ORCID ID: 0000-0002-8712-4553, Researcher ID: E-3728-2014, Scopus Author ID: 57203511719, (125319, Moscow, Russia, 64, Leningradsky Ave., e-mail: v.komkov@gmail.com).

Lytov Vladislav Mihajlovich – Junior Researcher, Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, ORCID ID: 0000-0002-4779-8916, Researcher ID: S-4856-2018 (107058, Moscow, Russia, 20 B, Glebovskaya St., e-mail: vladislav.lytoff@yandex.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Трофименко Ю.В. – Разработка общей концепции, научной новизны.

Гинзбург В.А. – Формирование подхода ИГКЭ по структуризации парка автомобилей, оценка достоверности результатов.

Комков В.И. – Формирование данных в подходе МАДИ, редактирование и формирование статьи.

Лытов В.М. – Проведение расчетов по программе Copert-4.

AUTHORS CONTRIBUTION

Trofimenko Yu.V. – Development of a general concept of scientific novelty.

Ginzburg V.A. – Formation of the IGCE approach to structuring a car park, evaluation of the results reliability.

Komkov V.I. – Formation of data in the MADI approach, editing and formation of the article.

Lytov V.M. – Providence calculations for the Copert-4 program.

РАЗДЕЛ III.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 697.952.2

ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ

Д.В. Абрамкина*, К.М. Агаханова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Россия

*dabramkina@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Целью данной статьи является оценка качества внутреннего воздуха помещений образовательных учреждений путем измерения концентрации взвешенных частиц во внутреннем и наружном воздухе. В РФ нормирование предельно-допустимых концентраций недифференцированной по составу пыли в атмосферном воздухе происходит в зависимости от размеров частиц: PM_{10} – мелкодисперсные частицы, диаметром менее 10 мкм и $PM_{2,5}$ – мелкодисперсные частицы, диаметром менее 2,5 мкм.

Материалы и методы. В работе были выполнены измерения концентрации взвешенных частиц в воздухе шести аудиторий учебно-лабораторного блока Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ). Измерения концентрации в наружном воздухе были выполнены по периметру учебно-лабораторного блока в четырех расчетных точках. Для определения счетной концентрации аэрозольных частиц в воздушной среде использовали счётчик Fluke 985.

Результаты. Полученные результаты измерений концентрации (частица/м³) путем пересчета их в мг/м³ сравнивали с пороговыми значениями максимальных разовых концентраций взвешенных частиц.

Выводы. В штилевую погоду загрязнение воздуха мелкодисперсными частицами в приземном слое практически не оказывает влияния на качество внутреннего микроклимата в помещении, что связано со значительным снижением концентрации пыли по высоте и недостаточным расходом вентиляционного воздуха.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: взвешенные частицы, естественная вентиляция, воздухообмен, качество воздуха, подвижность воздуха, мелкодисперсные частицы, PM_{10} , $PM_{2,5}$.

© Д.В. Абрамкина, К.М. Агаханова



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

INFLUENCE OF NATURAL AIR EXCHANGE ON THE CONCENTRATION OF SUSPENDED PARTICLES

D.V. Abramkina*, K.M. Agakhanova

Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow, Russia

*dabramkina@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The purpose of the article is to assess the quality of indoor air in university by measuring the concentration of suspended particles. In the Russian Federation, the rationing of maximum permissible concentrations of undifferentiated dust in atmospheric air depends on particle size.

Materials and methods. The research carries out measurements of suspended particles concentrations in the air of six audiences in the Moscow State National Research University of Civil Engineering (NRU MGSU).

Results. The obtained results of concentration measurements (particle/m³) are recalculates in mg/m³, and compared with threshold values of maximum one-time concentrations of suspended particles.

Discussion and conclusions. In calm weather, air pollution by suspended particles in the surface layer practically does not affect the quality of internal microclimate, which is associated with significant decrease of dust concentration in height and insufficient air exchange in natural ventilation systems.

KEYWORDS: suspended particles, natural ventilation, air exchange, air quality, air mobility, fine particles, PM_{10} , $PM_{2.5}$

© D.V. Abramkina, K.M. Agakhanova



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ:

- естественное проветривание помещений практически не влияет на концентрацию взвешенных частиц, диаметром менее 2,5 мкм;
- приземные концентрации пылевых частиц PM_{10} , измеренные у застройки, расположенной вдоль автомобильных дорог, превышают максимально разовые ПДК.

ВВЕДЕНИЕ

Качество внутреннего воздуха образовательных учреждений играет ключевую роль в оценке состояния здоровья, самочувствия и работоспособности обучающихся. В среднем школьники и студенты проводят до 8 часов в день в закрытых помещениях.

Учебные аудитории и классы зачастую оборудуются системами естественной вентиляции, что преимущественно характерно для зданий, построенных до 1990 г. Одной из основных проблем таких систем является зависимость качества внутренней среды помещения от состояния атмосферного воздуха, что особенно актуально для крупных городов. При увеличении плотности застройки происходит значительное снижение приземной скорости ветра, зависящей от архитектурно-планировочной организации района, что ведет к ухудшению рассеивания вредных веществ.

Одним из ключевых показателей загрязненности воздуха является содержание в нем взвешенных частиц различного происхождения.

Как показывают многочисленные исследования [1,2,3,4], повышенные концентрации взвешенных частиц (пыли) в воздухе способствуют развитию аллергии, сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний. Для гигиенической оценки пыли наиболее важными признаками являются ее электрические свойства, дисперсность, химический состав и растворимость¹. В РФ нормирование предельно-допустимых концентраций (ПДК) недифференцированной по составу пыли в атмос-

ферном воздухе происходит в зависимости от размеров частиц²: PM_{10} – мелкодисперсные частицы, диаметром менее 10 мкм, и $PM_{2,5}$ – мелкодисперсные частицы, диаметром менее 2,5 мкм (ГН – таблица 1). В «Руководящих принципах ВОЗ по качеству воздуха»³ представлены пороговые значения среднесуточных и среднегодовых концентраций взвешенных частиц, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека (ВОЗ – таблица 1).

Как видно из данных, представленных в таблице 1, Всемирная организация здравоохранения рекомендует придерживаться более низких значений ПДК взвешенных частиц, чем в ГН 2.1.6.3492-17. По прогнозам ВОЗ, уменьшение ПДК до рекомендованных значений ВОЗ позволит снизить смертность, связанную с загрязненностью атмосферного воздуха до 15%.

Канальные системы естественной вентиляции жилых и общественных зданий рассчитываются на разность плотностей наружного воздуха при температуре, равной 5 °С, и внутреннего воздуха при температуре в холодный период года.⁴ Средняя наружная температура г. Москвы большую часть года превышает расчетную для проектирования систем естественной вентиляции, фактически в этот период вентиляция помещений осуществляется за счет организации одностороннего или сквозного проветривания помещений через окна и форточки. В связи с вышесказанным основной задачей исследования является проведение оценки качества внутреннего воздуха учебных аудиторий образовательного учреждения, с целью выявления влияния состояния атмосферного воздуха на внутреннюю среду помещений при осуществлении естественного проветривания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для определения счетной концентрации аэрозольных частиц в воздушной среде использовали счётчик Fluke 985. Модель внесена в Государственный Реестр Средств измерений РФ.

¹ Ушаков К. З., Каледина Н.О., Кирич Б.Ф., Сребный М.А. Безопасность жизнедеятельности. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. 429 с.

² Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 165 от 22 декабря 2017 г. об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

³ World Health Organization. WHO air quality guidelines global update 2005. Report on a working group meeting, Bonn, Germany. Geneva: WHO, 2005.

⁴ СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. - М., 2016. – 95 с.

Таблица 1
ПДК НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПО СОСТАВУ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ (ПЫЛИ) В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

TABLE 1
MAC of undifferentiated composition of suspended particles (dust) in atmospheric air

Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м³)					
	максимальная разовая		среднесуточная		среднегодовая	
Взвешенные частицы, PM ₁₀	ГН	ВОЗ	ГН	ВОЗ	ГН	ВОЗ
	0,3	-	0,06	0,05	0,04	0,02
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,16	-	0,035	0,025	0,025	0,01

Регистрация аэрозольных частиц производится на основе фотоэлектрического метода, использующего зависимость интенсивности рассеянных частиц света от размера частицы. Значения концентрации аэрозольных частиц рассчитываются с учетом заданного расхода пробы воздуха.

В качестве объекта исследования принят учебно-лабораторный блок (корпус Г) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет” (НИУ МГСУ) (рисунок 1).

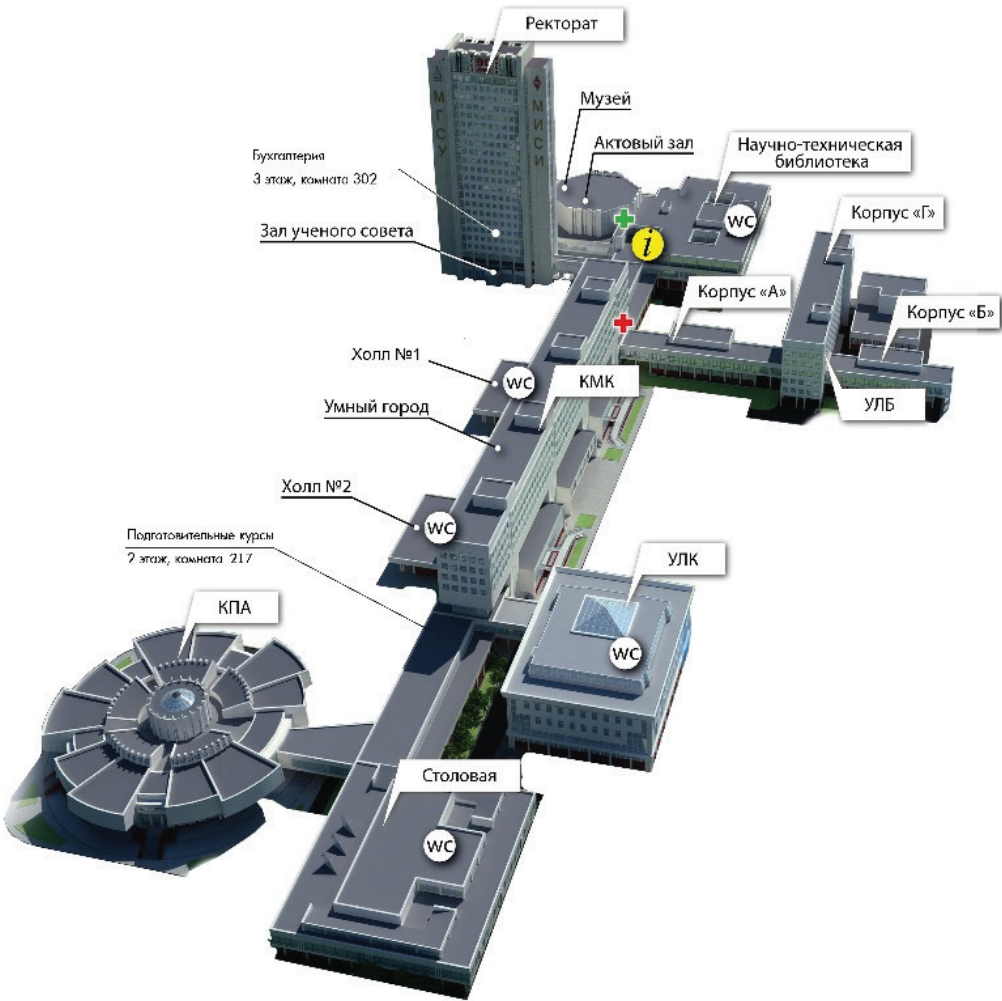


Рисунок 1 – Схема НИУ МГСУ
Figure 1 – NRU MGSU plan

С главного фасада учебно-лабораторного блока на расстоянии 350 м проходит Ярославское шоссе с интенсивным движением автотранспорта. Торцевые стороны выходят на автомобильную дорогу с менее интенсивным движением автомобилей и внутренний двор университета, а задний фасад корпуса – на автомобильную дорогу и национальный парк «Лосиный остров» (рисунок 2). Основной корпус КМК не затеняет рассматриваемый учебно-лабораторный блок от влияния Ярославского шоссе.

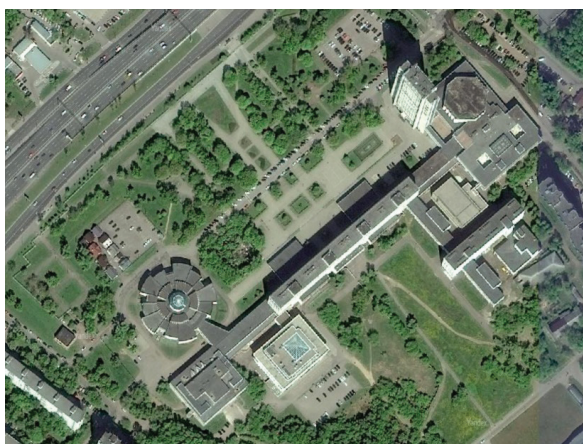


Рисунок 2 – НИУ МГСУ – снимок со спутника

Figure 2 – NRU MGSU - satellite image

Замеры проводились в течение одного солнечного рабочего дня. Измерения концентрации аэрозольных частиц в воздушной среде учебно-лабораторного блока были выполнены в шести аудиториях (рисунок 3):

- две одинаковые аудитории на четвертом этаже, окна которых выходят на противоположные стороны (ауд. 1 и 2);

- две одинаковые аудитории лекционного типа на четвертом этаже, окна которых выходят на противоположные стороны света (ауд. 3 и 4);

- аудитория на третьем этаже, окна которой выходят на шоссе (ауд. 5);

- аудитория на 5 этаже, окна которой выходят в сторону автомобильной дороги и парка (ауд. 6).

Во всех аудиториях, за исключением аудитории 6, были открыты окна. Измерения концентрации аэрозольных частиц в наружном воздухе были выполнены по периметру корпуса Г (рисунок 3):

- главный фасад (точка 1);

- задний фасад (точка 2 и 3);

- торцевая сторона корпуса со стороны дороги (точка 4).

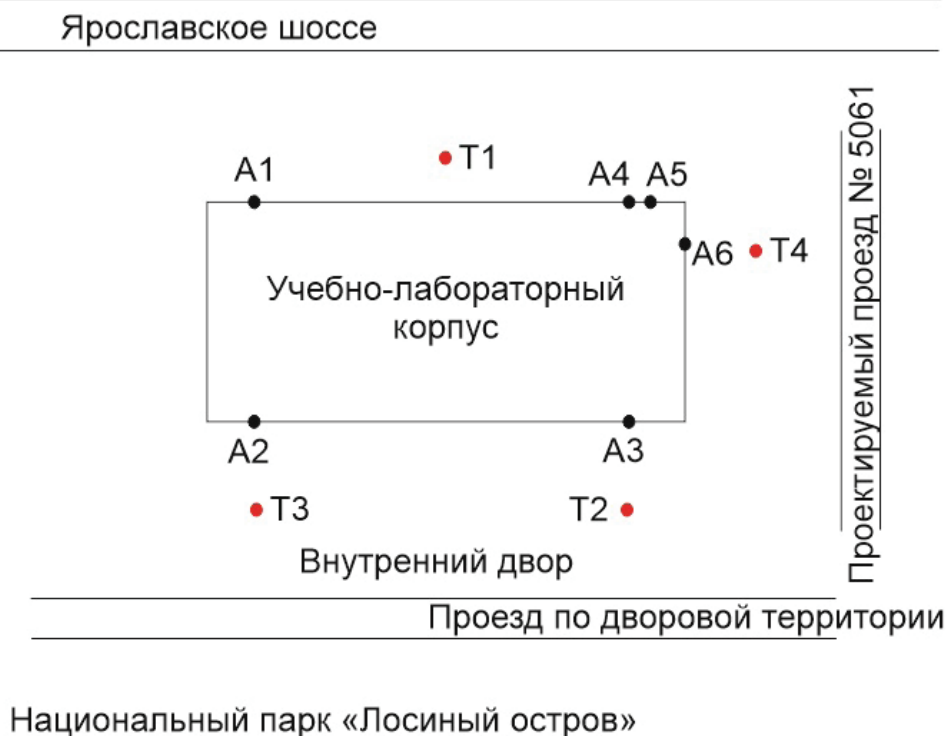


Рисунок 3 – Схема размещения точек измерений

Figure 3 – Measurement points' scheme

Результаты проведенного исследования представлены в таблице 2.
Таблица 2
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Table 2
Research results

Номер аудитории	Концентрации частиц N, частиц/м³ с размерами, равными или большими следующих значений:					
	0,3	0,5	1	2	5	10
A1	224 704 992	22 645 000	3 311 000	1 120 000	155 000	40 000
A2	134 730 000	11 635 000	1 714 000	595 000	98 000	21 000
A3	142 815 008	12 546 000	2 008 000	803 000	177 000	64 000
A4	137 839 008	12 008 000	1 797 000	614 000	108 000	33 000
A5	163 952 000	14 781 000	2 249 000	777 000	133 000	50 000
A6	58 745 000	12 929 000	2 495 000	571 000	23 000	4 000

При выполнении замеров был выбран объемный способ забора проб: в меню настройки пробы был задан объем пробы прибора, равный 1 л. После каждого замера концентрации выполнялась продувка датчика прибора с помощью адаптера и фильтра нулевого отчета.

Измерения производились в штилевую погоду. Среднесуточная скорость ветра составила 0,4 м/с.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для каждой точки проводилась серия пяти замеров. Результирующая погрешность результатов экспериментальных измерений не превысила 10%.

Нормирование чистоты внутреннего воздуха в помещении по концентрации частиц (частиц/м³) регламентируется только для чистых помещений⁵. Для помещений, оборудованных системами естественной вентиляции, концентрации пыли не должны превышать значений ПДК в атмосферном воздухе (см. таблицу 1).

Для оценки качества внутреннего воздуха учебных аудиторий был произведен пересчет концентраций частиц по формуле C , мг/м³:

$$C = N \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \frac{D}{2} \right)^3 \cdot \rho \cdot 10^6,$$

D – диаметр частицы, м;

ρ – плотность частицы, кг/м³. Средняя плотность взвешенных частиц принимается равной 2,5 г/см³ [5].

Результаты расчета представлены в таблице 3.

Результаты измерения концентраций взвешенных частиц в атмосферном воздухе для расчетных точек 1– 4 представлены в таблице 4.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распределение взвешенных частиц в атмосферном воздухе зависит от климатических условий [6]. В штилевую погоду происходит формирование стабильных атмосферных слоев с повышенными приземными концентрациями взвешенных частиц, что и явилось возможной причиной превышения максимально разовых значений ПДК в точках 1, 2, 4. Точка 2 располагалась рядом с местом проведения ремонтных работ, сопровождавшихся выделением деревянной пыли. Согласно исследованиям [7] при осуществлении деревообрабатывающих мероприятий около 10–17% всей массы взвешенных частиц образуют частицы с размерами, равными или большими 10 мкм (PM_{10}), доля частиц с размером 2,5 мкм и менее – 0,2–0,5% ($PM_{2,5}$). Скорость рассеивания деревянной пыли составляет 0,3–1,2 м/с. Вынос мелкодисперсных частиц в свободном состоянии загрязняет воздушную среду вблизи источника на время выполнения работ [8], наиболее вероятно, что в период проведения замеров в аудитории 3, окна которой выходят в сторону расчетной точки 2, увеличение концентрации частиц PM_{10} обусловлено осуществлением естественного проветривания помещения.

Превышения ПДК в точках 1 и 4 обусловлены наличием автомобильных дорог. В связи с чем в аудиториях 1, 4 и 5 концентрации частиц

⁵ ГОСТ ИСО 14644-1-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха. М., 2002. 40 с.

Таблица 3
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ЧАСТИЦ

Table 3
Calculation results of particles concentration in audience

Номер аудитории	Концентрации частиц С, мг/м ³ с размерами, равными или большими следующих значений:					
	0,3	0,5	1	2	5	10
A1	0,008	0,004	0,004	0,012	0,025	0,052
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,105					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,028					
A2	0,005	0,002	0,002	0,006	0,016	0,027
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,059					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,015					
A3	0,005	0,002	0,003	0,008	0,029	0,084
Взвешенные частицы PM ₁₀	0,131					
Взвешенные частицы PM _{2,5}	0,018					
A4	0,005	0,002	0,002	0,006	0,018	0,043
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,076					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,016					
A5	0,006	0,002	0,003	0,008	0,022	0,065
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,106					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,019					
A6	0,002	0,002	0,003	0,006	0,004	0,005
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,022					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,013					

Таблица 4
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ЧАСТИЦ

Table 4
Calculation results of particles concentration in atmosphere

Расчетная точка	Концентрации частиц С, мг/м ³ с размерами, равными или большими следующих значений:					
	0,3	0,5	1	2	5	10
T1	0,006	0,004	0,007	0,026	0,115	0,232
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,389					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,043					
T2	0,006	0,003	0,006	0,026	0,109	0,260
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,411					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,042					
T3	0,008	0,005	0,006	0,018	0,059	0,119
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,214					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,036					
T4	0,006	0,003	0,006	0,023	0,086	0,186
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,310					
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,038					

PM₁₀ выше, чем в аудитории, окна которой выходят во двор (аудитория 2).

В аудитории 6 при закрытых окнах концентрации частиц PM₁₀ и PM_{2,5} ниже, чем в остальных помещениях.

Так как измерения производились в штилевую погоду, подвижность воздуха в помещениях была близка к нулю. В неподвижном воздухе взвешенные частицы с размером менее 2,5 мкм практически не оседают и находятся в постоянном броуновском движении [9]. Поэтому концентрации PM_{2,5} в аудиториях практически не зависят от естественного проветривания помещений.

Выделение пыли от транспортного потока в основном зависит от процессов износа асфальтового покрытия, автомобильных покрышек, тормозных колодок и выделения выхлопных газов [10,11]. Концентрация взвешенных частиц уменьшается по высоте [12]. Облака пыли, поднимающиеся над автомагистралью, проникают между зданиями вглубь застройки. На уровне нижних этажей содержание крупных пылевых частиц больше, чем на верхних [13]. В крупных городах возле магистралей наблюдается превышение ПДК в приземных слоях атмосферы [14], что также было получено в проведенных натурных исследованиях, представленных в данной статье.

ВЫВОДЫ

Концентрации взвешенных частиц в учебных аудиториях с естественным воздухообменом зависят от кратности воздухообмена в помещении. В случаях неблагоприятных погодных условий для организации естественного проветривания (низкая скорость ветра⁶, недостаточная разница температур на поверхности противоположных фасадах здания [15], что способствует уменьшению кратности воздухообмена), загрязнение воздуха мелкодисперсными частицами в приземном слое практически не оказывает влияния на качество внутреннего воздуха. В данном случае концентрация взвешенных частиц в помещении будет зависеть от наличия внутренних источников загрязнения – людей, мебели, отделочных материалов. Для проведения более полной оценки влияния состояния атмосферного воздуха на качество внутренней среды в помещении необходимо проведение дополнительных исследований при различных климатических условиях.

Низкая подвижность воздуха в учебных аудиториях препятствует оседанию PM_{2,5}, проведение измерений среднесуточных концентраций позволит выявить наличие превышений предельно допустимых концентраций мелкодисперсных частиц в условиях недостаточного воздухообмена в помещении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Annesi-Maesano I., Hulin M. et al. Poor air quality in classrooms related to asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6 cities study / I. Annesi-Maesano, M. Hulin, F. Lavaud, C. Raherison, C. Kopferschmitt, F. de Blay, D. Charpin, C. Denis // *Thorax* – 2012. – № 67. – Pp. 682-688. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22436169>
2. Annesi-Maesano I., Moreau D. et al. Residential proximity fine particles related to allergic sensations and asthma in primary school children / I. Annesi-Maesano, D. Moreau, D. Caillaud, F., Y. Le Moullec, A. Taytard, G. Pauli, D. Charpin // *Respiratory Medicine* – 2007. – Vol. 101. – Iss. 8. – Pp. 1721–1729. DOI: 10.1016/j.rmed.2007.02.022
3. Rumchev K., Soares M., et al. The association between indoor air quality and adult blood pressure levels in a high-income setting / K. Rumchev, M. Soares, Y. Zhao, C. Reid, R. Huxley // *International Journal of Environmental Research and Public Health* – 2018. – Vol. 15. – № 9. – 2026. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/30227637/>
4. Гасайниева А.Г., Гасайниева М.Г. О загрязнении атмосферы мелкодисперсной пылью и о ее влиянии на здоровье человека // *Инженерный вестник Дона*. 2017. № 4. С. 173.
5. Назаров Б.И., Шукуров А.Х., Абдурасулова Н.А., В.А. Маслов, Насруллоев Х., Абдуллаев С.Ф. Исследование закономерности распределения размеров аэрозольных частиц в сильно запыленном воздухе / Б.И. Назаров, А.Х. Шукуров, Н.А. Абдурасулова, В.А. Маслов, Х. Насруллоев, С.Ф. Абдуллаев // *Доклады Академии наук республики Таджикистан*. 2007. Том 50. № 8. С. 673 – 680.
6. Чекман И.С., Сыровая А.О., Андреева С.В., Макаров В.А. Аэрозоли – дисперсные системы: монография / И.С. Чекман, А.О. Сыровая, С.В. Андреева, В.А. Макаров. Х: «Цифрова друкарня №1», 2013. 100 с.
7. Сорокин Т.Ю., Сорокин А.Ю., Боженко

⁶ Марзаев А. Н., Жаботинский В.М. Коммунальная гигиена / А. Н. Марзаев, В. М. Жаботинский. М.: Медицина, 1979. 576 с.

ва А.С. О скорости оседания пыли при производстве деревянных строительных конструкций, подвергнутых обработке огнезащитными составами / Т. Ю. Сорокин, А. Ю. Сорокин, А. С. Боженкова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 50(69). С. 115–121.

8. Николенко Д.А., Шульга С.В., Барикаева Н.С. Модель дисперсного состава пыли в выбросах в атмосферу при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительная информатика. 2014. № 12 (36). С. 1–5.

9. Калюжина Е.А., Несветаев Г.В., Азаров В.Н. Исследования значений PM10 и PM2,5 в выбросах в атмосферу и рабочую зону при ремонтно-строительных работах // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. № 1 (20). С. 1–4.

10. Селегей Т.С. Оценка качества атмосферного воздуха Новосибирска по массовой концентрации твердых частиц / Т.С. Селегей, К.П. Куценко, Н.Н. Филоненко, С.А. Попова, Т.Н. Ленковская, М.А. Бизин // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. № 19. С. 401–407.

11. Николенко Д.А., Соловьева Т.В. Анализ опыта мониторинга загрязнения мелко-дисперсной пылью придорожных территорий в странах ЕС и России / Д.А. Николенко, Т.В. Соловьева // Инженерный вестник Дона. 2015. №3. С. 1–16.

12. Куценогий К.П., Куценогий П.К. Аэрозоли Сибири. Итоги семилетних исследований / К.П. Куценогий, П.К. Куценогий // Сибирский экологический журнал. 2000. № 1. С. 11–20.

13. Zhu Z., Hu R., Zheng X., Wang Y. On dust concentration profile above an area source in a neutral atmospheric surface layer / Z. Zhu, R. Hu, X. Zheng, Y. Wang // Environ Fluid Mech – 2017. № 17. Pp. 1171–1188. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10652-017-9542-z>

14. Мягков М.С. Если рядом автомагистраль. Воздух за окном // Территория и планирование. 2007. № 1(8). С. 50–54.

15. Мягков М.С., Алексеева Л.И. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки // Архитектура и современные информационные технологии (AMIT). 2014. № 1 (26). С. 1–15.

REFERENCES

1. Annesi-Maesano I., Hulin M. et al. Poor air quality in classrooms related to asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6

cities study. *Thorax*, 2012, no. 67, pp. 682–688. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22436169>

2. Annesi-Maesano I., Moreau D. et al. Residential proximity fine particles related to allergic sensations and asthma in primary school children. *Respiratory Medicine*, 2007, Vol. 101, Iss. 8, pp. 1721–1729. DOI: 10.1016/j.rmed.2007.02.022

3. Rumchev K., Soares M., et al. The association between indoor air quality and adult blood pressure levels in a high-income setting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, Vol. 15, no. 9, 2026. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30227637>

4. Gasajnieva A.G., Gasajnieva M.G. O zagryaznenii atmosfery melkodispersnoj pyl'yu i, o ee vliyanii na zdorov'e cheloveka [About atmospheric pollution with fine dust and its impact on human health]. *Inzhenernyj Vestnik Dona*, 2017, no. 4, pp. 173. (in Russian)

5. Nazarov B.I., Shukurov A.H., Abdurasulova N.A., V.A.Maslov, Nasrulloev H., Abdullaev S.F. Issledovanie zakonmernosti raspredelenija razmerov ajerozol'nyh chastic v sil'no zapylennom vozduhe [Study of the regularity of the size distribution of aerosol particles in highly dusty air]. *Doklady Akademii nauk respubliki Tadjikistan*, 2007, Tom 50, no 8, pp. 673 – 680. (in Russian)

6. Chekman I.S., Syrovaya A.O., Andreeva S.V., Makarov V.A. Aerozoli – dispersnye sistemy: Monografiya [Aerosols - disperse systems: monograph]. Kh: «Tsifrova drukarnya №1», 2013. 100 p.

7. Sorokin T.Yu., Sorokin A.Yu., Bozhenkova A.S. O skorosti osedaniya pyli pri proizvodstve derevyannykh stroitel'nykh konstruksii, podvergnutykh obrabotke ogneshchitnymi sostavami [About the sedimentation rate of dust in the production of wooden building structures subjected to flame retardant treatment]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2017, no 50(69), pp. 115–121. (in Russian)

8. Nikolenko D.A., Shul'ga S.V., Barikaeva N.S. Model' dispersnogo sostava pyli v vybrosakh v atmosferu pri stroitel'stve i ekspluatatsii avtomobil'nykh dorog [Model of the dispersed composition of dust in emissions into the atmosphere during the construction and operation of roads]. *Internet-vestnik VolgGASU. Ser.: Stroitel'naya informatika*, 2014, no. 12 (36), pp. 1–5. (in Russian)

9. Kalyuzhina E.A., Nesvetaev G.V., Azarov V.N. Issledovaniya znachenii RM10 i RM2,5 v vybrosakh v atmosferu i rabochuyu zonu pri remontno-stroitel'nykh [Studies of the PM10 values and PM 2.5 in emissions to the atmosphere and the working area during repair and construction]. *Internet-vestnik VolgGASU. Ser.: Politematicheskaya*, 2012, no 1 (20), pp. 1–4. (in Russian)

10. Selegei T.S. et.al. Otsenka kachestva atmosfernogo vozdukhNovosibirsk po massovoi kontsentratsii tverdykh chastits [Assessment of the quality of atmospheric air in Novosibirsk by the mass concentration of solid particles]. *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya*, 2011, no 19, pp. 401–407. (in Russian)

11. Nikolenko D.A., Solov'eva T.V. Analiz opyta monitoringa zagryazneniya melkodispersnoi pyl'yu pridorozhnykh territorii v stranakh ES i Rossii [Analysis of the experience of monitoring the pollution of fine dust from roadside areas in the EU countries and in Russia]. *Inzhenernyi vestnik Dona*, 2015, no 3, pp. 1–16. (in Russian)

12. Kutserogii K.P., P.K. Aerizoli Sibiri. Itogi semiletnykh issledovaniy [Aerosols of Siberia. Results of seven years research] *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*, 2000, no 1, pp. 11–20. (in Russian)

13. Zhu Z., Hu R., Zheng X., Wang Y. On dust concentration profile above an area source in a neutral atmospheric surface layer. *Environ Fluid Mech*, 2017, no 17, pp. 1171–1188. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10652-017-9542-z>

14. Myagkov M.S. Esli ryadom avtomagistral'. Vozdukh za okngom [If near is the motorway. Air outside]. *Territoriya i planirovanie*, 2007, no 1(8), pp. 50–54. (in Russian)

15. Myagkov M.S., Alekseeva L.I. Osobennosti vetrovogo rezhima tipovykh form gorodskoi zastroyki [Features of the typical forms wind regime of urban development]. *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii (AMIT)*, 2014, no 1 (26), pp. 1–15. (in Russian)

Поступила 27.11.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Абрамкина Дарья Викторовна – преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», ORCID ID 0000-0001-8635-

1669, SPIN-код 2376-9125, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, e-mail: dabramkina@yandex.ru).

Агаханова Каминат Мурадовна – аспирант, преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», ORCID ID 0000-0003-0633-3845, SPIN-код: 1766-5242, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Abramkina Darya Viktorovna – Lecturer of the Heat, Gas Supply and Ventilation Systems Department, ORCID ID 0000-0001-8635-1669, SPIN-code 2376-9125, Moscow National Research University of Civil Engineering (129337, Moscow, Russia, 26, Yaroslavskoye Highway, e-mail: dabramkina@yandex.ru).

Agakhanova Kaminat Muradovna – PhD student, Lecturer of the Heat, Gas Supply and Ventilation Systems Department, ORCID ID 0000-0003-0633-3845, SPIN-code 2376-9125, Moscow National Research University of Civil Engineering (129337, Moscow, Russia, 26, Yaroslavskoye Highway).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Абрамкина Дарья Викторовна – составление обзора научной и нормативно-технической литературы, постановка цели и задач исследования, проведение натурного исследования, обработка результатов эксперимента.

Агаханова Каминат Мурадовна – разработка и описание методики проведения исследования, составление технического описания измерительных приборов, проведение натурного исследования, составление выводов.

AUTHORS CONTRIBUTION

Abramkina Darya Viktorovna – review of scientific, technical and regulatory literature; setting the main research idea and objectives of the research; experimental research; processing of experimental results.

Agakhanova Kaminat Muradovna – development and description of the research methodology, compilation of measuring devices description, experimental research, research conclusions.

УДК 624.21.012

О БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ С ПЛИТНЫМИ ПРОЛЕТНЫМИ СТРОЕНИЯМИ

Ю.В. Краснощеков
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
uv1942@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Приведены результаты анализа нормирования надежности конструктивных систем плитных пролетных строений мостовых сооружений.

Материалы и методы. Выполнен анализ опубликованных материалов с целью использования их при проектировании железобетонных мостов в связи с изменениями норм проектирования и ужесточением нормативных требований по безопасности.

Результаты. Результаты обследований плитных пролетных строений свидетельствуют о надежности и долговечности типовых конструкций, эксплуатируемых в обычных условиях, однако в аварийных ситуациях существует опасность прогрессирующего обрушения. В таких условиях разрезные схемы многопролетных строений недопустимы. Сформулированы задачи исследований, которые необходимо решать для обеспечения живучести плитных пролетных строений. В частности, поставлена задача разработки метода расчета на живучесть при отказе одной из опор неразрезного пролетного строения с учетом динамического эффекта, сопровождающего обрушение.

Обсуждение и заключение. Изменения в нормах проектирования конструкций плитных пролетных строений мостовых сооружений вызывают необходимость исследований надежности и живучести в аварийных расчетных ситуациях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: железобетонные мосты, плитные пролетные строения, прогрессирующее обрушение, живучесть, надежность.

© Ю.В. Краснощеков



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

SAFETY OF REINFORCED CONCRETE BRIDGES WITH SPANS STRUCTURES

Y.V. Krasnoshchekov

Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia
uv1942@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The author presents the results of the reliability analysis of the structural systems in spans of bridges.

Materials and methods. The analysis of published materials for the purpose of using them in the design of reinforced concrete bridges, in connection with changes in design standards and tightening of regulatory requirements for safety is made by the author.

Results. The results of surveys of slab superstructures indicate the reliability and durability of typical structures operated under normal conditions, but in emergency situations there is a danger of progressive collapse. Therefore, in such conditions, split schemes of multi-span structures are unacceptable. The research tasks to ensure the durability of slab superstructures are formulated. In particular, the task of developing the method of durability calculation in case of one of the pillars failure in the continuous span structure, taking into account the dynamic effect is illustrated.

Discussion and conclusion. Changes in design of slab structures of bridge cause the necessity to study the reliability and failure in emergency situations.

KEYWORDS: reinforced concrete bridges, slab superstructures, progressive collapse, durability, reliability.

© Y.V. Krasnoshchekov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. За истекшее время в нормировании конструкций произошли существенные изменения, связанные в основном с повышением безопасности сооружений. Изменения ориентируют проектировщиков на применение новых строительных материалов и технологий и требуют тщательного анализа конструкций железобетонных мостов, возводимых в настоящее время.

2. В результате анализа конструктивных решений серии 3.503.1-108 «Пролетные строения из пустотных плит пролетом от 12 до 18 м для мостов и путепроводов на автомобильных дорогах», разработанной институтом «Союздорпроект» в 1992–1999 гг., установлена их достаточная надежность при условии расчета по предельным состояниям. В связи с введением ограничений по срокам службы и необходимости учета редких аварийных воздействий требуются исследования по уточнению расчетных значений температурных, ветровых, сейсмических нагрузок.

3. Для обеспечения живучести мостов с плитными пролетными строениями при проектировании возможны две модели живучести: детерминированная и вероятностная. Применение вероятностных моделей требует нормирования индексов надежности и живучести (установления предельных значений для различных ситуаций).

ВВЕДЕНИЕ

За последние 30 лет в стране возводили мосты из железобетона, проекты которых были разработаны на основе СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы». В этих нормах проектирования предусмотрено требование по обеспечению надежности, долговечности сооружений, а также безопасности транспортных средств и пешеходов. Надежность несущих конструкций мостов, согласно ГОСТ 27751, обеспечивалась расчетом по методу предельных состояний. Коэффициенты надежности метода предельных состояний за этот период практически не изменялись, хотя был выполнен значительный объем исследований надежности [1–6].

За истекшее время в нормировании конструкций произошли существенные изменения, связанные в основном с повышением безопасности сооружений. В частности, в ГОСТ 27751 включено требование по исключению прогрессирующего обрушения конструкций ответственных сооружений. Основанием для появления такого требования явилась гармо-

низация отечественных норм проектирования с европейскими нормами (EN 1990). В раздел расчета несущих конструкций и оснований актуализированной редакции СНиП 2.05.03-84* (СП 35.13330.2011) также введено требование к конструктивным схемам мостовых сооружений, которые не должны допускать возможности прогрессирующего обрушения при выходе из строя одного или нескольких элементов в случае экстремальных природных или техногенных воздействий.

В декабре 2016 г. был издан приказ Министра России № 879 об утверждении Изменения №1 к СП 35.13330.2011, в котором ряд положений норм проектирования железобетонных мостов получили развитие и стали обязательными для выполнения. В частности, уточнено требование о необходимости удовлетворения проектной долговечности мостов, в связи с чем рекомендованы минимальные сроки службы от 50 до 100 лет железобетонных конструкций до первого ремонта. С временным фактором связан расчетный параметр модуля деформативности бетона при продолжительном действии нагрузки, который рекомендуется определять по формуле

$$E_{bt} = E_b / (1 + C_n E_b), \quad (1)$$

где C_n – нормативное значение деформации ползучести бетона.

Снижение значения модуля деформативности бетона в несколько раз по сравнению с начальным модулем упругости E_b может оказать влияние на степень перераспределения нагрузки в пространственных расчетах железобетонных конструкций.

Впервые в нормы введен термин «живучесть» как обеспеченность от прогрессирующего разрушения и приведены рекомендации по проверке на живучесть мостов. В частности, при проверке мостового сооружения на живучесть должны быть рассмотрены случаи появления пластического шарнира в сечениях одного из пролетов, обрушение опоры и др.

Изменения №1 ориентируют проектировщиков на применение новых строительных материалов и технологий и требуют тщательного анализа конструкций железобетонных мостов, возводимых в настоящее время. В первую очередь это касается типовых решений, для изменения которых необходимы предварительные исследования и соответствующие согласования. В качестве примера в статье выполнен анализ типовых конструкций пролетных строений из пустотных плит длиной L

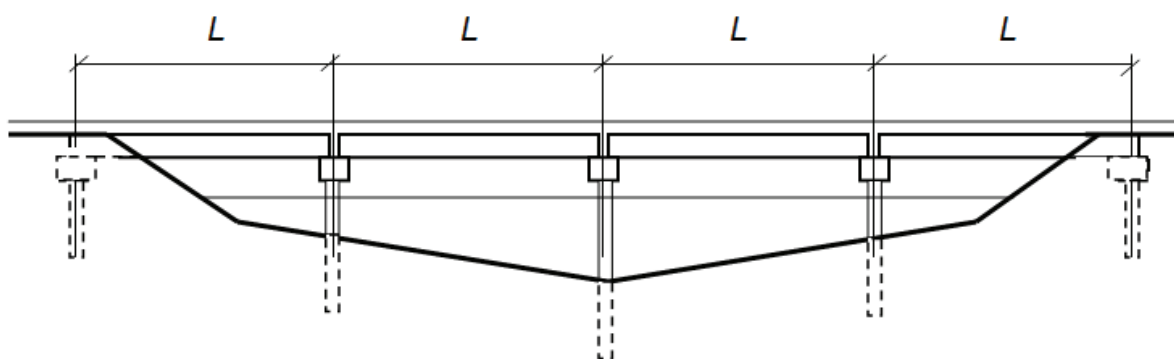


Рисунок 1 – Схема моста с пролетными строениями из пустотных плит

Figure 1 – Bridge scheme with span structures of hollow plates

Источник: составлено автором на основе анализа конструкций мостов с балочными пролетными строениями

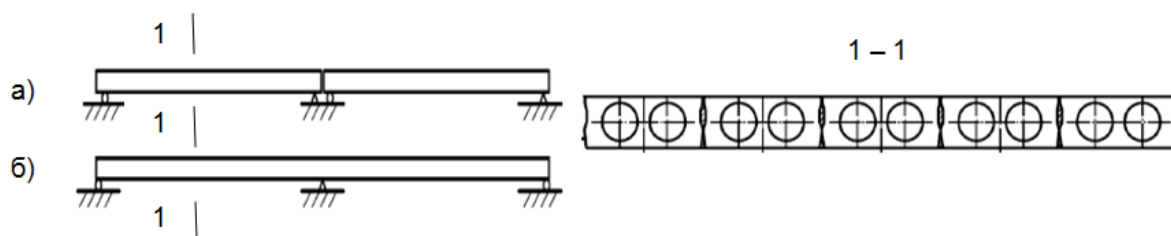


Рисунок 2 – Расчетные схемы (разрезная – а, неразрезная – б) и фрагмент сечения пролетного строения из пустотных плит

Figure 2 – Design schemes (split-a, non-cut-b) and a section fragment of the superstructure of hollow plates

Источник: составлено автором на основе анализа конструкций плитных пролетных строений

= 6, 9, 12, 15 и 18 м для мостов и путепроводов на автомобильных дорогах (рисунок 1).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наиболее совершенными следует считать конструктивные решения, которые получили отражение в серии 3.503.1-108 «Пролетные строения из пустотных плит пролетом от 12 до 18 м для мостов и путепроводов на автомобильных дорогах», разработанной институтом «Союздорпроект» в 1992–1999 гг. Серия включает рабочие чертежи пустотных плит длиной 12, 15 и 18 м для мостов, расположенных на автомобильных дорогах общего пользования и разработанных в соответствии со СНиП 2.05.03-84 (с изменениями до 1992 г). Предусмотрены варианты пустотных плит в зависимости от климатических условий (температуры наружного воздуха наиболее холодной

пятидневки) и сейсмичности районов строительства, для эксплуатации в которых они предназначены. Совместная работа сборных железобетонных плит обеспечивается шпоночным соединением из монолитного бетона класса В35.

Конструкции пролетных строений приняты на основании расчетов, выполненных в два этапа. Примеры расчетных схем пролетных строений показаны на рисунке 2.

На первом этапе проведены квазистатические (с коэффициентами динамичности) пространственные расчеты пролетных строений по методу Б.Е. Улицкого с учетом перераспределения нагрузок, соответствующих типовым транспортным воздействиям [7]. Ввиду шпоночного соединения плит, не способного работать на изгиб, принято условие, что в поперечном направлении передача временной нагрузки между плитами осуществляется

только посредством перерезывающих сил. Случайный характер нагрузок и соответствующих усилий в элементах пролетных строений, определенных пространственным расчетом, учитывался коэффициентами надежности по нагрузкам. На втором этапе производился конструктивный расчет по двум группам предельных состояний. Случайный характер свойств материалов и условности расчетных моделей учитывали коэффициентами надежности по материалу и условий работы.

Необходимая жесткость и трещиностойкость типовых плит обеспечивается предварительным напряжением стержневой и канатной арматуры. Канатная арматура (канаты К-7) применена при пролетах более 12 м. Усредненные размеры сечений пустотных плит показаны на рисунке 3. В серии 3.503.1-108 высота плит длиной до 18 м $h = 630$ мм, длиной 18 м $h = 780$ мм, высота овальных пустот до 455 мм, ширина 325 мм.

Следует отметить, что надежность и долговечность пролетных строений из пустотных плит подтверждена примерами их многолетней эксплуатации в СССР и за рубежом (Великобритания, Италия, Венгрия, Чехословакия). В СССР строительство балочных мостов с разрезными пролетными строениями такого типа

началось с 1958 г. в основном на Украине [8]. Надежность конструкций проверялась детальными исследованиями, в процессе которых была определена оптимальная конфигурация шпоночных швов. Конструкция шпоночного шва типовых изделий серии 3.503.1-108 изображена на рисунке 4. Швы армируются проволочными спиралями.

В работе [8] описаны результаты испытания пролетных строений мостов с пролетами по 6 м (семь плит в каждом пролете) и 12 м (по семь, девять плит) статической нагрузкой из двух и четырех груженых автомобилей массой по 25 т. В процессе испытания измеряли прогибы и деформации бетона на нижних гранях плит в середине пролета и раскрытие швов понизу. Наибольшие усилия в элементах мостов от испытательной нагрузки, определенные пространственным расчетом, не превышали расчетных усилий по образованию трещин. Измеренные прогибы наиболее загруженных плит оказались в 1,5 раза меньше теоретических. При испытании отмечена горизонтальная раздвижка плит на опорах на 0,45 мм и вертикальные деформации швов на 0,1 – 0,3 мм. Анализ деформаций бетона показал, что условие трещиностойкости (отсутствие трещин) при испытании в целом соблюдалось.

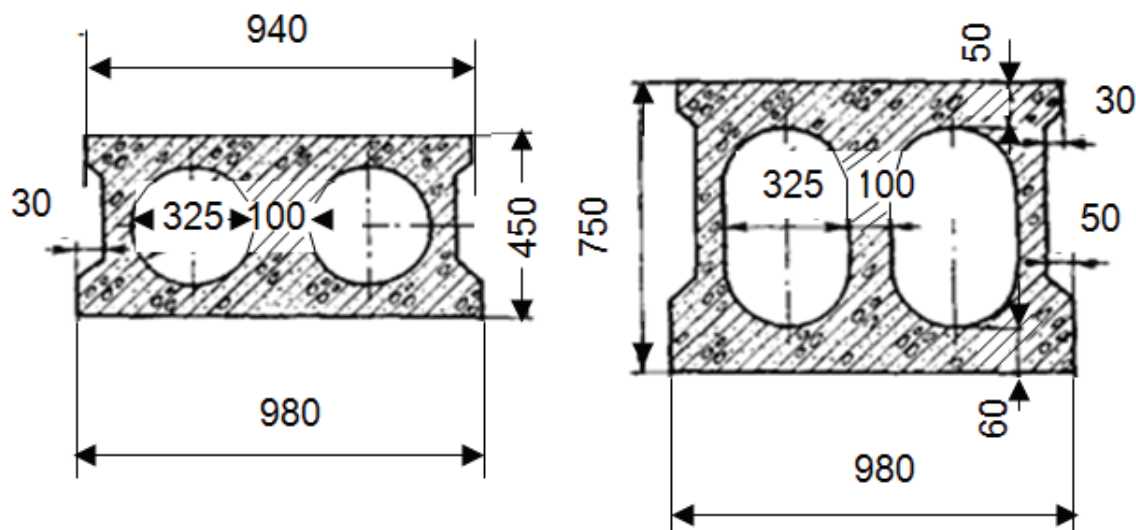


Рисунок 3 – Сечения пустотных плит пролетного строения

Figure 3 – Cross sections of hollow plates

Источник: составлено автором на основе анализа типовых плит пролетных строений

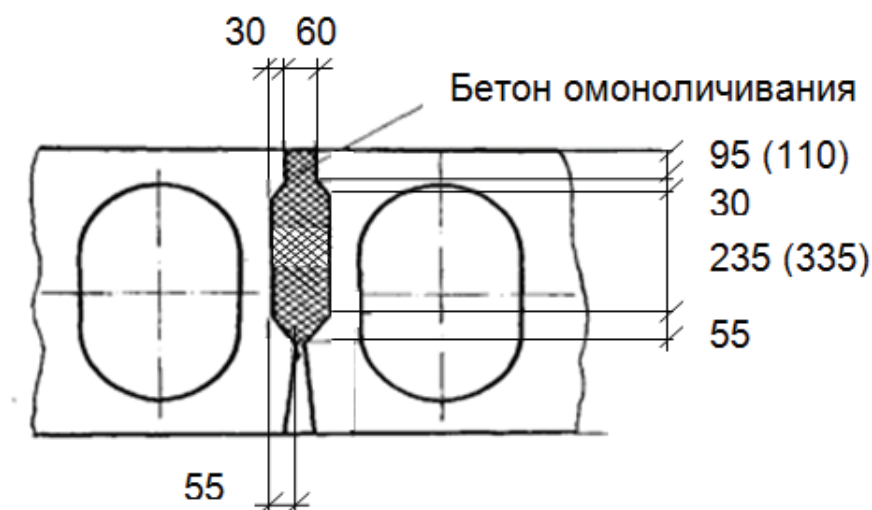


Рисунок 4 – Конструкция шпоночного шва

Figure 4 – Design of the keyed seam

Источник: составлено автором на основе анализа типовых решений плитных пролетных строений

В результате испытаний не обнаружено различий в работе армированных и неармированных швов.

При обследовании мостов с плитными пролетными строениями видимых трещин в бетоне плит не выявлено. Отдельные повреждения являются следствием некачественного изготовления (обычно заниженные защитные слои бетона) или монтажа (наличие влаги в пустотах) и несоблюдением правил эксплуатации сооружений, связанных в основном с нарушениями ограничений транспортной нагрузки. По результатам испытаний отмечена нецелесообразность применения резиновых опорных частей для плит пролетом 15 и 18 м из-за опасности расстройств межплитных швов [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В связи с введением ограничений по срокам службы и необходимости учета редких аварийных воздействий необходимы соответствующие исследования по уточнению расчетных значений температурных, ветровых, сейсмических нагрузок.

Значительные расхождения результатов расчета и испытаний вызывают сомнения в совершенстве метода пространственного расчета, который принят при проектировании

плитных пролетных строений. До сих пор метод Б.Е. Улицкого не вызывал особых возражений, так как результаты расчета обеспечивали достаточный запас надежности. Однако для оценки реальных резервов и эффективности конструктивных решений необходим более точный теоретический аппарат. Основным недостаток метода Б.Е. Улицкого – сложность учета изменения жесткости плитных элементов при проявлении ползучести бетона и в результате появления и развития трещин. На необходимость учета влияния ползучести бетона при длительном действии нагрузки указано в Изменениях №1 к СП 35.13330.2011. Непонятно только, как обеспечить выполнение этого требования при совместном действии на всех плитах пролетного строения постоянных нагрузок и кратковременным нагружением транспортом отдельных элементов. Что касается влияния на перераспределение усилий неравномерного развития неупругих деформаций материалов и трещин, особенно в стадии перед разрушением и критических ситуациях при аварийных воздействиях, то эта проблема вообще мало изучена.

В работе [9] отмечены многочисленные исследования, посвященные развитию пространственных методов расчета пролетных строений, в том числе с использованием конечных элементов. Кроме метода Б.Е. Улицко-

а)



б)



Рисунок 5 – Этапы обрушения автомобильного моста в г. Чите

Figure 5 – Stages of the bridge collapse in Chita

Источник: фрагменты видеоклипов из сети Интернет

го отмечены работы М.Е. Гибшмана, И.А. Трифонова, Г.Н. Азизова и др., в которых также имеются определенные недостатки.

Основное условие проектирования конструкций – это обеспечение безопасности. В последнее время с целью разработки правил проектирования зданий и сооружений широко обсуждается проблема живучести, т.е. надежности при катастрофических нагрузках. 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 [10]. Это определение соответствует требованиям, приведенным в Изменениях №1 к СП 35.13330.2011.

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. Чтобы минимизировать возможность прогрессирующего разрушения, сооружение следует проектировать таким образом, чтобы в случае отказа любого отдельного элемента весь объект или его наиболее ответственная часть сохраняла работоспособность в течение периода времени, достаточно для принятия срочных мер (например эвакуации людей и транспорта). 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 [11]. Актуальность проблемы обусловлена тем, что

существующая практика конструирования не учитывает возможность прогрессирующего разрушения [12]. Идея проектирования конструкций с учетом катастрофических воздействий сформулирована относительно недавно [13, 14].

Очевидно, что обеспечить живучесть многопролетного строения при разрушении одной из опор при разрезных схемах невозможно. Для выполнения требования живучести конструкции пролетного строения каждая пара пролетов должна быть способна к работе по схеме гибкой нити или по неразрезной схеме (см. рисунок 1, б). Существуют разные способы объединения отдельных пролетов в неразрезную систему, однако требуется анализ этих способов применительно к условиям аварийного отказа опор. Подобная задача решалась при проектировании каркасных зданий, когда в качестве аварийного воздействия рассматривается отказ одной из колонн. Основное внимание в этом случае уделяют расчету элементов перекрытий, пролеты которых значительно увеличиваются. Поэтому расчетная схема перекрытия над удаленной колонной рассматривается в виде мембраны или гибкой нити (струны). При этом отмечена необходимость учета динамического эффекта, вызываемого внезапным удалением из расчетной схемы опоры [15].

Обеспечение живучести ответственных сооружений несомненно приводит к увеличению единовременных затрат на строительство. Эти затраты должны быть компенсированы гарантированной безопасностью их эксплуатации в условиях аварийной опасности. Практическая значимость требования живучести подтверждается конкретными примерами. На

рисунке 5 показаны кадры видеозаписи обрушения двух пролетов общей длиной 24 м автодорожного моста в результате подмыва одной из опор паводковыми водами в июле 2018 г.

Если живучесть моста была бы достаточной, то повреждения имели бы ограниченный характер (см. рисунок 5, а) и без человеческих жертв, более соответствующих работе пролетных строений в аварийной ситуации по схеме гибкой нити.

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). Подобную модель предлагал для третьей группы предельных состояний (по живучести) В.Д. Райзер [16].

Критериями вероятностных моделей являются показатели надежности (безотказности). Таким показателем может быть, например, индекс надежности метода двух моментов, который определяется по формуле

$$\beta = (\bar{R} - \bar{F}) / \sqrt{s_R^2 + s_F^2}, \quad (2)$$

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

$$I = \frac{\beta_{INT}}{\beta_{INT} - \beta_D}, \quad (3)$$

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). Модель В.Д. Райзера, на наш взгляд, удачно характеризует отличие понятий надежности и живучести.

В общем случае расчет на живучесть сводится к расчету устойчивости сооружения против прогрессирующего разрушения с учетом пластических деформаций при предельных нагрузках. В работе [17] 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.

В работе [18] 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 надежность сооружений обеспечивают расчетом по методу предельных состояний. В последней редакции стандарта (ГОСТ 27751) 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 при отказе работы несущего элемента конструктивной системы. В работе [19] отмечается, что большая часть аварийных ситуаций, приведших к обрушению мостов, связана с грубыми ошибками, допущенными при их возведении, или с ударами в процессе эксплуатации. 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.

В настоящее время намечается постепенный переход к вероятностным методам расчета. Об этом свидетельствуют принципы нормирования воздействий и свойств материалов, принятые в европейских нормах проектирования конструкций различных сооружений (EN 1990). Эффективность вероятностных методов проявляется в основном при проектировании сооружений на заданную надежность [20].

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменения в нормах проектирования конструкций плитных пролетных строений мостовых сооружений вызывают необходимость исследований надежности и живучести мостов в аварийных расчетных ситуациях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Underwater bridge inspection. Publication No FHWA-NH1-10-027. Prepared by Collins Engineers, Inc. 123 North Wacker Drive, Suite 300 Chicago, Illinois 60606. 2010. 224 p.
2. Савчинский Б.В. Некоторые аспекты надежности железобетонных пролетных строений автодорожных мостов // Мосты и тоннели : теория, исследования, практика, 2012. С. 163-166.
3. Медведев К.В., Яцко Ф.В. Прочность, надежность и долговечность железобетонных элементов автодорожных мостов // Мосты и тоннели: теория, исследования, практика, 2013. Вып. 4. С. 52-59.
4. Шестовицкий Д.А. Прогнозирование срока службы железобетонных мостов // Мосты и тоннели: теория, исследования, практика, 2013. Вып. 4. С. 120-129.
5. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Шеин А.А., Грацинский В.Г., Вдовин К.М. Особенности подводного обследования транспортных сооружений. 2. Характерные повреждения опор мостовых сооружений // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. Вып. 6.
6. Николенко М.А., Минасов А.Г., Савинова Е.И. Новые методы проектирования железобетонных пролетных строений // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2(45).
7. Улицкий Б.Е. Пространственные расчеты мостов (с использованием ЭЦВМ). М.: Транспорт, 1967. 406 с.
8. Штильман Е.И., Березецкий В.И. Пролетные строения мостов из пустотных плит. М.: Транспорт, 1972. 81 с.
9. Кожушко В.П. О развитии пространственных методов расчета пролетных строений автодорожных мостов // Наука та прогрес транспорту. 2008. №21. С. 128-129.
10. Райзер В.Д. К проблеме живучести зданий и сооружений // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. №5. С. 77-78.
11. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. М.: Издательство АСВ, 2007. – 256 с.
12. Starossek U., Wolff M. Design of collapse-resistant structures [Конструирование структур, устойчивых к обрушению]. JCSS and IABSE workshop on Robustness of structures, building research establishment, Garston, Watford, UK. 2005.
13. Abrams D.P. Consequence-based engineering approaches for reducing loss in mid-America. Conference on Apr 4, 2002 at Notre-Dame University. 2002.
14. Ключева Н.В., Бухтиярова А.С., Колчунов С.И. Исследование живучести железобетонных рамно-стержневых пространственных конструкций в запредельных состояниях // Промышленное и гражданское строительство. 2012. №2. С. 55-59.
15. Краснощеков Ю.В. Расчет каркасного здания на прогрессирующее обрушение при аварийном отказе колонны // Строительная механика и расчет сооружений. 2017. № 1. С. 54-58.
16. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. М.: Издательство АСВ, 2010. 384 с.
17. Назаров Ю.П., Городецкий А.С., Симбиркин В.Н. К проблеме обеспечения живучести строительных конструкций при аварийных воздействиях // Строительная механика и расчет сооружений. 2009. №4. С. 5-9.
18. Тихонов И.Н., Козелков М.М. Расчет и конструирование железобетонных монолитных перекрытий зданий с учетом защиты от прогрессирующего обрушения // Бетон и железобетон. 2009. №3. С. 2-8.
19. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1: Воздействия на сооружения. Стандарты EN 1991-1-1 и 1-3-1-7; пер. с англ. / Х. Гульванесян, П. Формичи, Ж.-А. Калгаро при участии Дж. Хординга. М.: МГСУ, 2011. 340 с.
20. Краснощеков Ю.В., Заполева М.Ю. Основы проектирования конструкций зданий и сооружений. М.: Инфра-Инженерия, 2018. 296 с.

Поступила 25.07.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

REFERENCES

1. Underwater bridge inspection. Publication No FHWA-NH1-10-027. Prepared by Collins Engineers, Inc. 123 North Wacker Drive, Suite 300 Chicago, Illinois 60606. 2010. 224 p.
2. Savchinskiy B.V. Nekotorye aspekty nadezhnosti zhelezobetonnykh proletrykh stroeniy avtodorozhnykh mostov [Some aspects of reliability of reinforced concrete span structures of road bridges]. *Mosty i tunnely: teoriya, issledovaniya, praktika*, 2012, Pp. 163-166. (in Russian)
3. Medvedev K.V., Yatsko F.V. Prochnost', nadezhnost' i dolgovechnost' zhelezobetonnykh elementov avtodorozhnykh mostov [Strength, reliability and durability of reinforced concrete elements of road bridges]. *Mosty i tunnely: teoriya, issledovaniya, praktika*, 2013, no. 4, Pp. 52-59. (in Russian)
4. Shestovitskiy D.A. Prognosirovanie sroka sluzhby zhelezobetonnykh mostov [Forecasting of the service life of reinforced concrete bridges]. *Mosty i tunnely: teoriya, issledovaniya, praktika*, 2013, no. 4, Pp. 120-129. (in Russian)
5. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Shein A.A., Gratsinskiy V.G., Vdovin K.M. Osobennosti podvodnogo obsledovaniya transportnykh sooruzheniy. 2. Charakternye povrezhdeniya opor mostovykh sooruzheniy [Features of underwater inspection of transport facilities. 2. The characteristic damage to the supports of bridge structures]. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, 2013, no. 6. (in Russian)
6. Nikolenko M.A., Minasov A.G., Savinova E.I. Novye metody proektirovaniya zhelezobetonnykh proletrykh stroeniy [New methods of the reinforced concrete superstructures design]. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2017, no 2(45). (in Russian)
7. Ulitskiy B.E. *Prostranstvennye raschety mostov (s ispol'zovaniem EZVM)* [Spatial calculations of bridges (using an electronic digital computer)]. Moscow. Transport, 1967. 406 p. (in Russian)

8. Shtil'man E.I., Berezhetskiy V.I. *Proletnyye stroeniya mostov iz pustotnykh plit* [Span structures of bridges from hollow slabs]. Moscow. Transport, 1972. 81 p. (in Russian)
9. Kozhushko V.P. O razvitiy prostranstvennykh metodov rascheta proletrykh stroeniy avtodorozhnykh mostov [On the development of spatial methods for calculating the span structures of road vehicles]. *Nauka ta progres transport*, 2008, no. 21, Pp. 128-129. (in Russian)
10. Raizer V.D. K problem zhivuchesti zdaniy i sooruzheniy [To the problem of the survivability of buildings and structures]. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy*, 2012, no 5, Pp. 77-78. (in Russian)
11. Perel'muter A.V. *Izbrannye problem nadezhnosti i bezopasnosti stroitel'nykh konstruktsiy* [Selected problems of reliability and safety of building structures]. Moscow. Publisher ASV, 2007. 256 p. (in Russian)
12. Starossek U., Wolff M. Design of collapse-resistant structures [Design of structures resistant to destruction]. JCSS and IABSE workshop on Robustness of structures, building research establishment, Garston, Watford, UK. 2005.
13. Abrams D.P. Engineering approaches based on the investigation to reduce losses, in Central America]. Conference on Apr 4, 2002 at Notre-Dame University. 2002.
14. Klyueva N.V., Bukhtiyarova A.S., Kolchunov S.I. Issledovanie zhivuchesti zhelezobetonnykh ramno-sterzhnevyykh prostranstvennykh konstruktsiy v zapredel'nykh sostoyaniyakh [Investigation of the survivability of reinforced concrete frame-rod spatial structures in out-of-bound states]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2012, no 2, Pp. 55-59. (in Russian)
15. Krasnoshchekov Yu.V. Raschet karkasnogo zdaniya na progressiruyushchee obrushenie pri avariynom otkaze kolonny [Calculation of the frame building for a progressive collapse in the event of an emergency failure of the column]. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy*, 2017, no 1, Pp. 54-58. (in Russian)
16. Raizer V.D. *Teoriya nadezhnosti sooruzheniy* [Theory of the structures reliability]. Moscow. Publisher ASV. 2010. 384 p. (in Russian)
17. Nazarov Yu.P., Gorodetskiy A.S., Simbirkin V.N. K problem obespecheniya zhivuchesti stroitel'nykh konstruktsiy pri avariynnykh vozdeystviyakh [To the problem of ensuring the survivability of building structures under emergency influences]. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy*, 2009, no 4, pp. 5-9. (in Russian)

18. Tikhonov I.N., Kozelkov M.M. Raschet i konstruirovaniye zhelezobetonnykh monolitnykh perekrytiy zdaniy s uchetom zashchity ot progressiruyushchego obrusheniya [Calculation and construction of reinforced concrete monolithic ceilings, taking into account protection against progressive collapse]. *Beton i zhelezobeton*, 2009, no 3, Pp. 2-8.

19. Guidance for designers to Eurocode 1: Impacts on structures. Standards EN 1991-1-1 and 1-3-1-7; trans. with English. / H. Gulvanesyan, P. Formici, J.-A. Kalgaro with the participation of J.Hording. Moscow: MGSU, 2011. - 340 p.

20. Krasnoshchekov Yu.V., Zapoleva M.Yu. *Osnovy proektirovaniya konstruktsiy zdaniy i sooruzheniy* [Fundamentals of building structures design]. Moscow. Infra-Inzheneriya, 2018. 296 c. (in Russian)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Краснощеков Юрий Васильевич – д-р техн. наук, доц., кафедра «Строительные конструкции», «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», ORCID 0000-0002-6695-1648 (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail: uv1942@mail.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Krasnoshchekov Y.V. – Doctor of Technical Science, Associate Professor of the Building Construction Department, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), ORCID 0000-0002-6695-1648 (644080, 5, Mira Ave., e-mail: uv1942@mail.ru).

РАЗДЕЛ IV. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 658.5

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПО ПРОИЗВОДСТВУ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.В. Алещенко^{1,2}, *И.А. Эйхлер³

¹ФГБУН Институт экономики и организации промышленного производства
Сибирского отделения Российской Академии наук (ИЭОПП СО РАН), г. Омск, Россия

²ФГБУН Омский научный центр Сибирского отделения
Российской Академии наук (ОНЦ СО РАН), г. Омск, Россия

³ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

vaniaeichler@rambler.ru

*

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье сформулирован тезис о преимуществах применения процессного подхода при разработке мероприятий, направленных на повышение эффективности производства резиновых изделий, использующих в качестве сырьевых ресурсов резиносодержащие отходы. Обоснована недостаточность существующих подходов к определению бизнес-процессов, применяющих нетипичные сырьевые ресурсы, на основе которых предложено авторское определение бизнес-процесса. Основываясь на предложенном определении, сформулированы основные подходы к повышению эффективности подобных бизнес-процессов, базирующиеся на построении системы взаимодействия участников, позволяющей удовлетворять их основные требования. Показана важность изучения информационного пространства, в котором происходит формирование бизнес-процессов по переработке.

Материалы и методы. Изучение влияния информационного пространства на формирование бизнес-процессов по производству резиновых изделий проводилось на основе таких методов, как анализ отраслевой статистики, изучение правовых актов, определяющих различные аспекты функционирования производственно-экономических систем. Определение текущего состояния информационного пространства потребовало изучения материалов службы государственной статистики, маркетинговых агентств и крупных предприятий резиновой промышленности, использующих в качестве сырьевых ресурсов изношенные резиносодержащие изделия. Требования поставщиков сырьевых ресурсов определялись путем проведения экспертного опроса.

Результаты. На основе анализа собранной информации определен перечень основных участников и выделены их основные требования. Полученные данные позволили говорить о значительном влиянии ресурсного фактора на эффективность функционирования бизнес-процессов по производству резиновых изделий. На основе полученных данных экспертного опроса была построена модель взаимодействия участников на стадии сбора сырьевых ресурсов.

Обсуждение и заключение. В результате проведенного исследования был определен перечень основных факторов, препятствующих развитию производства резиновых изделий и рассмотрены пути преодоления негативного влияния факторов за счет пересмотра механизма формирования бизнес-процессов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бизнес-процесс; информационное пространство; поставщики; процессный подход; резиновая промышленность; ресурсный фактор; система взаимодействия участников; сырьевые ресурсы; требования основных участников; экспертный опрос.

© В.В. Алещенко, И.А. Эйхлер



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

RAW RESOURCES' FORMATION RESEARCH IN THE BUSINESS PROCESS OF RUBBER PRODUCTION

Vitaly V.Aleshchenko^{1,2}, *Ivan A. Eychler³

¹*Institute of Economics and Industrial Engineering
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Omsk, Russia*

²*Omsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Omsk, Russia*

³*Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia*

*vaniaeichler@rambler.ru

ABSTRACT

Introduction. *The paper presents the thesis about the advantages of the process approach in the development of measures aimed at improving the efficiency of rubber products, using rubber-containing waste as raw materials. In addition, the insufficiency of existing approaches to the definition of business processes using typical raw materials, on the basis of which the author's definition of the business process is proposed, is substantiated. The main approaches to improving the efficiency of such business processes is formulated, defined on the construction of the participants' interaction system to meet their basic requirements. Moreover, the importance of studying the information space is highlighted, in which the formation of business processes is displayed.*

Materials and methods. *The research of the influence of information space on the formation of business processes for the production of rubber is carried out on the basis of such methods as the analysis of industry statistics, the study of legal acts that determine various aspects of the functioning of production and economic systems. The determination of the current state of the information space requires the research of materials of the state statistics service, marketing agencies and large enterprises of the rubber industry, using worn rubber products as raw materials. The requirements of suppliers of raw materials are also determined by an expert survey.*

Results. *As a result, the list of the main participants and the main requirements are identified. The authors show the significant impact of the resource factor on the efficiency of business processes for the rubber production. Therefore, The authors present the model of the participants' interaction at the stage of collecting raw materials.*

Discussion and conclusions. *The list of the main factors hindering the development of the rubber products production is determined and ways to overcome the negative impact of factors by reviewing the mechanism of the business processes formation are considered.*

KEYWORDS: *business process; information space; suppliers; process approach; rubber industry; resource factor; system of the participants' interaction; raw materials; requirements of the main participants; expert survey.*

© Vitaly V.Aleshchenko, Ivan A. Eychler



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Применение процессной теории управления при разработке механизма повышения эффективности производств

Решение вопросов повышения эффективности работы предприятий промышленного сектора страны тесно связано с поиском новых сырьевых ресурсов, позволяющих снизить себестоимость производственных процессов. С точки зрения системного подхода, любое производство представляет собой производственно-экономическую систему, характеризующуюся набором основных параметров (таких как мощность производства, цена получаемого продукта, производственные и непроизводственные затраты) [1,2,3,4,5]. По мнению авторов, подобные системы необходимо рассматривать с точки зрения взаимодействующих процессов, позволяющих определять горизонтальные взаимосвязи. Особое внимание стоит уделять формированию и обеспечению эффективного функционирования бизнес-процессов, так как именно они формируют итоговый экономический результат [6, 7].

Научные исследования различных аспектов формирования бизнес-процессов нашли отражения в трудах отечественных и зарубежных экономистов. Теоретические предпосылки организации и управления бизнес-процессами были заложены в трудах А. Смитта и Ф. Тейлора. Дальнейшее развитие теории организации работы бизнес-процессов получила в трудах представителей тотального менеджмента качества: У.Шухарта, Э. Деминга и Т. Двенпорта. Современные исследования, посвященные проблеме формирования бизнес-процессов

в различных системах, были осуществлены такими зарубежными и отечественными учеными, как М. Хаммер, Б. Андерсон, А. Шеер, С. Бородулина, Э. Попов и др. Разработки данных ученых легли в основу международных и российских стандартов управления МС ISO 9001, Руководства по анализу бизнес-процессов Европейской экономической комиссии ООН^{1, 2, 3, 4, 5} [8, 9].

Однако недостаточно изученным остается вопрос формирования бизнес-процессов в системах производства резиновых изделий, характеризующихся нетипичными условиями формирования сырьевых ресурсов. Проведенные по данной проблематике исследования делают основной акцент на взаимовыгодном сотрудничестве владельца бизнес-процесса с его потребителями, не останавливаясь на организации многоаспектного процесса формирования сырьевых ресурсов, что не обеспечивает возможность эффективной организации бизнес-процессов на подобных производствах [8, 9, 10, 11].

Бизнес-процессы производства резиновых изделий, использующих в качестве сырьевых ресурсов резиносодержащие отходы, относятся к обрабатывающей промышленности. Предприятия, функционирующие в данном сегменте, согласно общероссийскому классификатору видов экономической деятельности соответствуют пункту 22.1 – производство резиновых изделий. Данный сектор как часть обрабатывающей промышленности является важной частью экономики Российской Федерации, обеспечивая сырьем, сопутствующими материалами и прочей продукцией практически все отрасли промышленного производства⁶ [12, 13, 14].

¹ Эйхлер, И.А. Потенциал развития сегмента промышленной переработки резиносодержащих отходов // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития экономики», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. 2017. С. 131 – 134.

² ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества – основы и словарь. – введ. впервые; введ. 11.01.2015 [Электронный ресурс] // ТЕХЭКСПЕРТ. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 25.12.2017).

³ Руководство по анализу бизнес-процессов для упрощения торговых процедур [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/_tam_sotr/SiteAssets/BPA%20Guide%20RUS.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 25.12.2017).

⁴ Сергунина, Е.А. Улучшение качества бизнес-процессов организации на основе концепции заинтересованных сторон // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях / Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 276– 278.

⁵ Баурина, С.Б. Базовые концепции совершенствования, оптимизации и развития бизнес-процессов современной организации // В сборнике: Проблемы и перспективы развития промышленности России / Сборник материалов III Международной научно-практической конференции / под общ. ред. А.В. Быстрова. 2018. С. 93–97.

⁶ Общероссийский классификатор видов экономической деятельности 2018: Утверждено Приказом Росстандарта от 31.01.2014 N 14-ст. "ОК 029-2014". КДЕС Редакция 2 [Электронный ресурс] // Административно-управленческий портал – Режим доступа: <http://www.aup.ru/okved/index.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 10.02.2018).

В отличие от производств, использующих обычные сырьевые ресурсы, основная особенность рассматриваемого сектора это то, что используемые сырьевые ресурсы не являются результатом выполнения бизнес-процесса, и следовательно потенциальные поставщики не заинтересованы в ее дальнейшем движении. В данном случае построение системы взаимодействия участников должно базироваться на поиске оптимального решения, способного определять условия работы с поставщиками и позволяющее обеспечить достижения экономических параметров, требуемых основными участниками для вовлечения их в работу процесса и достаточно для обеспечения рентабельности производства. В то же время современные исследования по формированию бизнес-процессов основной упор делают на взаимодействие владельца процесса и потребителя, считая, что в системе взаимодействия поставщик – владелец процесса, поставщик заинтересован в передаче полученного в результате производственного процесса продукта [8, 9, 15].

С точки зрения авторов, для формирования нетипичных условий по вовлечению поставщиков в работу бизнес-процессов по производству резиновых изделий в существующую структуру понятия необходимо дополнительно включить экономические параметры сырьевых ресурсов. Отсутствие данной составляющей в существующих определениях усложняет осмысление формирования бизнес-процессов с точки зрения достижения ключевых параметров, характеризующих эффективность организованной системы, а также определения внутреннего механизма функционирования бизнес-процесса. Предложенное авторами дополнение позволит рассматривать подобные бизнес-процессы с позиции экономической целесообразности выполнения процесса не только для потребителя и владельца, но и других участников.

Введение такой составляющей, как экономические параметры сырьевых ресурсов позволит учитывать требования всех участников бизнес-процесса и на данной основе определять оптимальные условия для их вовлечения в работу бизнес-процесса и выбора действенных механизмов организации внутренней структуры процесса.

Таким образом, основываясь на определении, данном Б. Андерсоном, как наиболее полно отражающем суть рассматриваемого понятия, и учитывая экономические параметры сырьевых ресурсов, необходимых для создания нетипичных условий вовлечения

поставщиков, бизнес-процесс по производству резиновых изделий был определен как цепь логически связанных повторяющихся действий, обеспечивающих рентабельное производство готовой продукции на основе использования в качестве сырьевых ресурсов изношенных резиновых изделий при учете экономических требований основных участников бизнес-процесса.

При этом основным направлением организации подобных процессов является выявление требований основных участников, формирующихся под влиянием факторов, входящих в информационное пространство. Основными факторами, формирующими требования поставщиков по вовлечению их в работу бизнес-процесса, являются:

1. Объемы и состав потенциальной сырьевой базы.
2. Принадлежность сырьевых ресурсов.
3. Текущие условия взаимодействия цепи «поставщик – владелец процесса» [16, 17, 18, 19].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основные источники получения информации о параметрах изношенных резиновых изделий, используемых в качестве сырьевых ресурсов

Исследование выделенных факторов проводилось на основе анализа статистических отчетов, характеризующих общее развитие отрасли производства резиновых изделий с использованием нетипичных сырьевых ресурсов, нормативных документов, стандартов и законодательных актов, регламентирующих работу по использованию отходов в качестве сырьевых ресурсов.

Методологической базой исследования послужили процессный подход, положения ресурсного подхода и теории организации. Инструментально-методический аппарат исследования включает в себя совокупность общенаучных базовых методов познания (наблюдение, сравнение, дедукция, моделирование) и гносеологический инструментарий теоретико-прикладного исследования (системный, ситуационный и типологический подходы, статистический анализ).

Основные выводы исследования базируются на результатах проведенного авторами экспертного опроса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Определение требований поставщиков сырьевых ресурсов бизнес-процесса

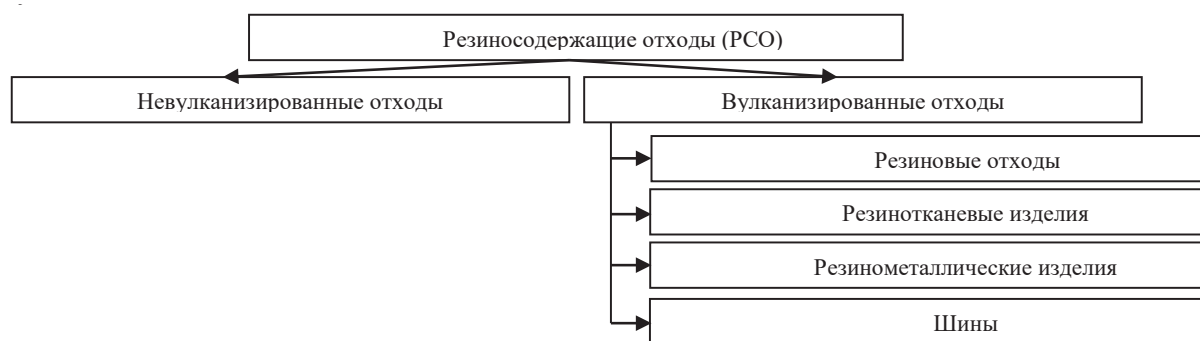


Рисунок 1 – Классификация резиносодержащих отходов [8]

Figure 1 – Classification of rubber waste [8]

Сырьевыми ресурсами рассматриваемых бизнес-процессов являются отходы производства и потребления, содержащие резиновые компоненты. Классификацию данных отходов можно представить в виде рисунка 1.

Резиновые отходы, образовавшиеся до стадии вулканизации, по свойствам мало отличаются от исходных резиновых смесей и могут возвращаться в производство без значительной обработки. Эти отходы перерабатываются непосредственно на тех предприятиях, где образуются. Вулканизированные отходы, включающие в себя в основном изношенные или бракованные конечные продукты химической промышленности, обладают высокой эластичностью (способностью к обратимым и высоким деформациям) и характеризуются высокой долей примесей в виде текстильных материалов и металла [8]. Учитывая представленную характеристику отходов и то, что они образуются после периода эксплуатации, именно вулканизированные отходы являются основным сырьем для сегмента переработки PCO. Основную долю рассмотренных отходов занимают изношенные автомобильные шины (от 65% до 80%) [8,16,17]. Исходя из вышесказанного, ресурсная база рассматриваемого сегмента характеризуется наличием одного основного вида сырья, и, следовательно, эффективность выполнения бизнес-процессов зависит от текущих объемов сырья и схем взаимодействия с поставщиками. Согласно информационно-техническому справочнику по наилучшим доступным технологиям (ИТС 15-2016) объем отходов шин, покрышек, камер

автомобильных в 2016 г. составил 108 тысяч тонн, однако представленные статистические данные охватывают только юридических и физических лиц, обязанных заполнять форму 2-ТП [8].

Поэтому для характеристики полного объема образующихся отходов и их динамики было проведено исследование источников образования отходов, а именно, количества автомобилей, находящихся в эксплуатации. Учитывая, что организация бизнес-процессов по переработке резиносодержащих отходов во многом зависит от территории, где будет выполнен данный процесс, исследование проводилось по Омской области.

За последние семь лет по данным УМВД ГИБДД России наблюдается общий рост парка эксплуатируемых транспортных средств (рисунок 2)⁷.

Согласно представленным данным можно отметить изменение структуры парка относительно его принадлежности: так, доля автотранспортных средств (АТС), находящихся у физических лиц, имеет тенденцию к увеличению: с 86,6% в 2010 г. до 91% в 2017 г., что свидетельствует о том, что в официальной статистической информации не учитывается до 90% источников образования отходов.

Представленная на рисунке 2 тенденция не позволяет оценить объемы образующихся резиносодержащих отходов, так как у разных типов подвижного состава разные условия эксплуатации и разные технические спецификации используемых резиносодержащих изделий, поэтому для уточнения ситуации

⁷ Количество автотранспортных 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. – Загл. с экрана (дата обращения: 20.01.2018).



Рисунок 2 – Количество находящихся в эксплуатации автотранспортных средств по Омской области

Figure 2 – Quantity of operational vehicles in the Omsk region

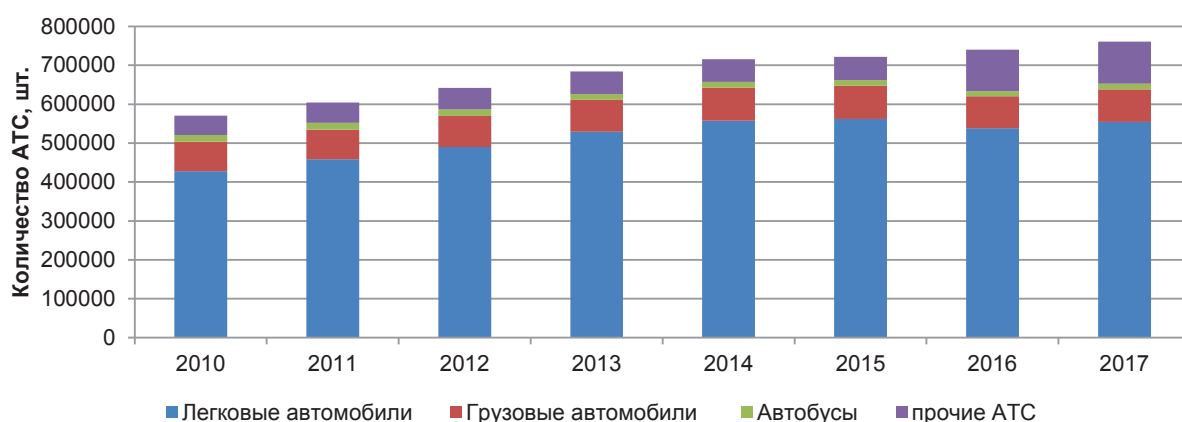


Рисунок 3 – Видовая структура зарегистрированных автотранспортных средств по Омской области

Figure 3 – Structure of registered vehicles in the Omsk region

авторами была составлена структура парка подвижного состава по типам эксплуатируемых транспортных средств, представленная на рисунке 3.

Исходя из данных рисунков, было отмечено, что основной прирост количества транспортных средств приходится на долю легковых автомобилей, тогда как количество автобусов в Российской Федерации и по Омской области снижается, а парк грузовых АТС остается практически неизменным. Данная тенденция приводит к тому, что изменение объемов образующихся резиносодержащих отходов не пропорционально изменению количества транспортных средств.

Учитывая сложившуюся в сфере законодательства проблему по отсутствию системы работы с резиносодержащими отходами,

принадлежащими физическим лицам, далее была составлена видовая структура парка подвижного состава в зависимости от принадлежности (таблица 1).

Представленная в таблице 1 структура парка подвижного состава свидетельствует о том, что происходит постепенное увеличение доли транспортных средств, принадлежащих физическим лицам по всем видам подвижного состава.

При определении объемов образующегося сырья и оценки его использования в производственных целях, необходимым шагом было уточнение движения материальных потоков в рассматриваемой отрасли. Данная задача была решена путем проведения экспертного опроса владельцев автотранспортных средств, использующих их в личных целях.

Таблица 1
СТРУКТУРА ПАРКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПО ВИДАМ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Table 1
Structure of the rolling stock by type and accessories

Период	АТС, принадлежащие:	Легковые автомобили		Грузовые автомобили		Автобусы	
		Россия	Омск	Россия	Омск	Россия	Омск
2013	Некорпоративным структурам, %	94,74	95,96%	58,75	58,08%	49,6	54,59%
	Корпоративным структурам, %	5,26	4,04%	41,25	41,92%	50,4	45,41%
2014	Некорпоративным структурам, %	95,43	96,21%	60,55	59,66%	50,17	56,05%
	Корпоративным структурам, %	4,57	3,79%	39,45	40,34%	49,83	43,95%
2015	Некорпоративным структурам, %	95,63	96,27%	60,83	60,25%	49,77	56,65%
	Корпоративным структурам, %	4,37	3,73%	39,17	39,75%	50,23	43,35%
2016	Некорпоративным структурам, %	95,55%	96,57%	61,11%	60,84%	49,73%	55,98%
	Корпоративным структурам, %	4,45%	3,43%	38,89%	39,16%	50,27%	44,02%
2017	Некорпоративным структурам, %	95,53%	96,57%	61,02%	60,43%	50,79%	56,80%
	Корпоративным структурам, %	4,47%	3,43%	38,98%	39,57%	49,21%	43,20%

Для определения репрезентативности выборки и возможности генерализации полученных выводов авторами были использованы открытые данные аналитического агентства Автостат, позволяющие охарактеризовать генеральную совокупность – физических лиц, владеющих автотранспортными средствами. Основными характеристиками, влияющими на объемы образования резиносодержащих отходов, являются марочность парка и водительский стаж. Согласно имеющейся информации, 75% водителей Российской Федерации имеют стаж более 3-х лет, а количество эксплуатируемых иностранных автомобилей составляет 59%¹.

В качестве респондентов были выбраны физические лица, владеющие одним или более легковым автомобилем, так как именно у них, по результатам предварительных вычислений, образуется наибольший объем отходов. Респондентам было предложено ответить на вопросы анкеты, представленной в приложении А. В опросе приняли участие 128 респондентов, распределение участников по стажу и типу автотранспортных средств представлено в таблицах 2 и 3.

Таблица 2
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСПОНДЕНТОВ
ПО ВОДИТЕЛЬСКОМУ СТАЖУ

Table 2
Distribution of respondents by driving experience

Водительский стаж	Количество респондентов	Структура, %
менее 1	4	3,13
от 1 до 3	24	8,75
более 3 лет	100	78,13
Итого:	128	100,00

Таблица 3
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ ПО МАРКАМ
ИСПОЛЗУЕМЫХ АТС

Table 3
Distribution of drivers by car brands

Используемое автотранспортное средство	Количество респондентов	Структура, %
Отечественные АТС	48	37,5
Импортные АТС	80	62,5
Итого:	128	100

Представленные данные свидетельствуют, что полученная выборка соответствует основным характеристикам генеральной совокупности, и, следовательно, является репрезентативной, а полученные выводы можно распространить на всю совокупность.

Согласно полученным результатам, было определено, что в среднем за год у респондентов появляется 2 изношенных или пришедших в негодность автомобильных покрышки, при среднем весе в 6 кг на одну шину легкового транспортного средства вес образовавшихся резиносодержащих отходов составил 8,405 кг, распределение объемов отходов представлено в таблице 4.

Таблица 4
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Table 4
Distribution of rubber waste

Водитель- ский стаж	Количество образовавшихся изношенных покрышек за последние 5 лет	Количество резиносодержащих отходов, появляющихся в среднем за год на одно АТС
менее 1	8	2,00
от 1 до 3	104	2,17
более 3 лет	792	1,98
Итого:	904	1,89

При использовании полученных значений для определения общего объема образовавшихся отходов были получены следующие результаты:

$$Q_{\text{рсо}} = 1,89 \cdot 6 \cdot 520\,264 = 5\,900 \text{ тысяч тонн,}$$

где, $Q_{\text{рсо}}$ – объем образующихся резиносодержащих отходов;

1,89 – среднее значение образования изношенных автомобильных шин на один легковой автомобиль за год, ед.;

6 – средний вес одной автомобильной шины, кг.;

520 264 – количество легковых транспортных средств, эксплуатирующихся по Омской области, ед.

Официальной статистики, характеризующей объема образования изношенной резиносодержащей продукции по Омской области, на сегодняшний день не ведется, поэтому для оценки объемов для других видов транспорта был использован сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. Для оценки объема применяемых в бизнес-процессах отходов были использованы результаты экспертного опроса (рисунок 4) [8].

Полученные данные позволили определить, что по Омской области не используется примерно 50% имеющейся ресурсной базы, а общий объем ресурсов сохраняется на уровне 15 – 20 тысяч тонн в год.

Определяя существующие условия взаимодействия внутри цепи «поставщик – владелец бизнес- процесса», авторами была проанализирована действующая законодательная база.

Основным законодательным актом, определяющим перечень основных участников сектора и регулирующим взаимодействие между ними, является Федеральный закон №89-ФЗ от 24.06.1998 г. «Об отходах производства и потребления».

Данный законодательный акт устанавливает общие принципы работы с отходами в зависимости от их класса и устанавливает основные цели и принципы государственной политики в данной отрасли. Рассматривая данный законодательный акт, были отмечены следующие

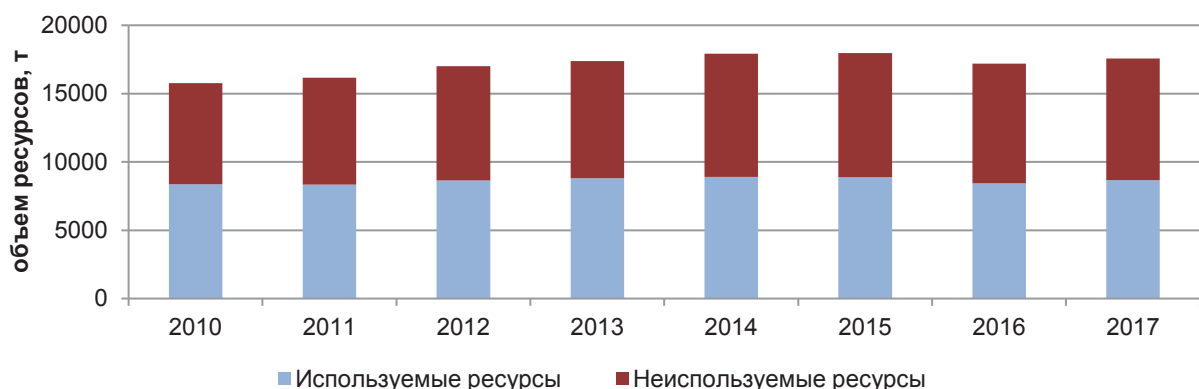


Рисунок 4 – Распределение объемов изношенной резиносодержащей продукции по Омской области

Figure 4 – Distribution of the worn rubber-containing products' volume in the Omsk region

основные моменты, относящиеся к использованию изношенной продукции в качестве основных ресурсов для бизнес-процессов.

Согласно ст.4 рассматриваемого законодательного акта, все отходы производства и потребления делятся на 4 класса опасности, учитывая положения, прописанные в приказе Минприроды России от 04.12.2014 N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I – V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» и согласно Федеральному классификатору отходов резиносодержащие отходы относятся к IV классу опасности – малоопасные отходы⁷.

Также, учитывая положения рассматриваемого законодательного акта, любые работы (сбор, перемещение, утилизация, включая переработку) подлежат обязательному лицензированию.

Размер платы за размещение и утилизацию резиносодержащих отходов определяется исходя из положений Постановления Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах». Так, стоимость размещения 1 т PCO без учета коэффициентов составляет 635,9 рубля⁸.

Анализируя положения представленных статей, сбор изношенной продукции для дальнейшего использования в производственных процессах, по мнению авторов, приравнивается к другим процессам по утилизации, что не позволяет учесть требования основных участников. Установленный принцип платности передачи сырьевых ресурсов усложняет работу с поставщиками сырья и приводит к возникновению следующих проблем:

- ориентированность предприятий на работу с корпоративными поставщиками, заинтересованными в установлении взаимодействия с владельцем бизнес-процесса по производству резиновых изделий с целью избежания штрафов за нарушение экологического законодательства;

- основным бизнес-процессом предприятий является утилизация, а не производство резиновых изделий.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно проведенному исследованию, основной проблемой, не позволяющей в полной мере использовать изношенные резиносодержащие изделия в качестве сырьевых ресурсов, является сложность построения взаимосвязей, позволяющих вовлекать достаточное для обеспечения рентабельности производства их количество, что приводит к неполной загрузке оборудования и необходимости поиска других источников дохода для покрытия возникающих затрат. Данная ситуация сложилась из-за нетипичных условий образования рассматриваемых сырьевых ресурсов – они не являются результатом выполнения бизнес-процесса у потенциальных поставщиков [8,20]. Выделенная особенность приводит к тому, что существующих инструментов организации бизнес-процесса недостаточно для создания системы мотивации поставщиков к передаче сырьевых ресурсов в производственные процессы. Изменение сложившейся ситуации возможно при перестроении системы взаимодействия поставщиков и владельца бизнес-процесса по производству резиновых изделий на основе ресурсного подхода. При этом ключевым показателем, определяющим возможность вовлечения поставщиков в работу процесса, является показатель затрат по сбору первоначальных ресурсов⁹ [21,22]. Данный показатель, с одной стороны, формирует основу для определения экономического эффекта работы процесса, а с другой – отвечает за вовлечение в работу процесса поставщиков сырьевых ресурсов, формируя их экономический результат. С точки зрения владельца процесса ключевыми параметрами являются объем затрат предприятия и возможная прибыль предприятия. Поиск оптимального значения данных показателей характеризуется тем, что цена готовой продукции составляет основной критерий, предъявляемый потребителями процесса, так как формирует их экономический результат.

⁸ 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/document/cons_doc_LAW_19109/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 20.01.2018).

⁹ Ахметов, С.М. Методические подходы к исследованию ресурсосбережения промышленных предприятий / С.М. Ахметов, Н.М. Тюкавкин, Е.В. Франк // В сборнике: Теоретико-методологические и практические проблемы инновационных способов повышения энергоэффективности региональных промышленных комплексов. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 12–17.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Актуальные вопросы научных исследований XXI века: монография / Ю. И. Авадэни [и др.] ; под ред. В. Ю. Кирничного, В. В. Бирюкова [и др.]. Омск :СибАДИ, 2015. 1 315 с. 1 электрон. опт. диск (DVD-R).
2. Бирюков В.В.,Быкова Р.Г.,Попова О.В. Организационно-экономические изменения в предпринимательском управлении и развитие промышленного производства: монография. Омск: СибАДИ, 2016 – 234 с.
3. Carneiro de A. Factors leading to business process noncompliance and its positive and negative effects: Empirical insights from a case study. / Carneiro de Andrade Ermeson ; Leopold, Henrik ; van der Aa, J.H. ; Alter, Steven ; Reijers, Hajo A. // 22nd Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2016, San Diego, CA, USA, August 11-14, – 2016. – Режим доступа: <https://www.semanticscholar.org/paper/Factors-Leading-to-Business-Process-Noncompliance-a-Andrade-Aa/9dd54e64f66c8aeeee90f060099d3a81dd298bb08>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 26.09.2018).
4. Drucker J. Regional industrial structure and agglomeration economies: An analysis of productivity in three manufacturing industries / J. Drucker, E. Feser // *Regional Science and Urban Economics*. 2012. Vol. 42. – Iss. 1–2. pp. 1–14.
5. Архипов С.О. Импортзамещение – это развитие национальной производственной базы и системы поставщиков // *Сибирская нефть*. 2016. №3 (130). С. 14–18.
6. Андерсен Бьёрн. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / пер. с англ. С.В. Ариничева / науч. ред. Ю.П. Адлер. М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. 272 с.
7. Chmielarz W. Analysis of the importance of business process management depending on the organization structure and culture / W. Chmielarz, M. Zborowski, A. Biernikowicz // *Proceedings of the 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*. 2013. pp. 1079–1086.
8. Эйхлер И.А. Модель оценки преимуществ участников бизнес-процесса по утилизации отходов автотранспорта // *Вестник Омского университета*. Серия: Экономика. 2017. № 1 (57). С. 152–159.
9. Евдокимова Е.Н. Эволюция процессного подхода в управлении и перспективы его развития // *Управление экономическими системами: электронный научный журнал [Электронный ресурс]*. Режим доступа: <http://www.uecs.ru>, свободный – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 29.09.2018).
10. Alzoubi H.M. The impact of business process management on business performance superiority / Haitham M. Alzoubi, Neama A. Khafajy // *4International Journal of Business and Management Review*. 2015. Vol.3, No.2. pp.17–34.
11. Lemaska-Majdzik A. Identification of Business Processes in an Enterprise Management / A. Lemaska-Majdzik, M. Okreglicka // 22nd International Economic Conference – IECS 2015 “Economic Prospects in the Context of Growing Global and Regional Interdependencies”, IECS 2015. pp. 394–403.
12. Kurt Reschner Scrap Tire Recycling / K. Reschner // *Entire-engineering*. – Режим доступа: http://www.entire-engineering.de/Scrap_Tire_Recycling.pdf, свободный. Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 25.10.2017).
13. Overview of the World Rubber Recycling Market // *SmithersRapra*. – Режим доступа: <https://www.smithersrapra.com/SmithersRapra/media/Sample-Chapters/Recycling-and-Re-use-of-Waste-Rubber.pdf>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 06.04.2017).
14. Gomes, L.C. Collaborative methods in supply chain management: implementation challenges / L.C. Gomes, F.J.K. Neto // *Rae-RevistadeAdministracaodeEmpresas*. 2015. Vol.55. Iss.5. pp. 563–577.
15. Калиева О.М., Лужнова Н.В., Дергунова М.И., Говорова М.С. Факторы, влияющие на экономическую эффективность деятельности предприятия // *Инновационная экономика: материалы Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2014 г.)*. Казань: Бук, 2014. С. 93-96.
16. Beliczky L.S., Fajen J. Rubber Industry // *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. Режим доступа: <http://www.ilocis.org/documents/chpt80e.htm>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 06.04.2017).
17. Benefits of Tire Recycling in Civil Engineering Projects // *Environmental XPRT – The Industry Environmental Online* – Режим доступа: <http://www.environmental-expert.com/>, ограниченный – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 20.10.2017).
18. Миллер А.Е. Исследование альтернативных вариантов интеграционных взаимодействий производственных структур // *Вестник Омского университета*. Серия: Экономика. 2013. №4. С. 105–113.
19. Родина Л.А. Систематизация индикаторов рисков промышленных предприятий // *Наука, образование, бизнес Материалы Все-*

русской научно-практической конференции ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов промышленности и связи, посвященной Дню радио. 2014. С. 82–85.

20. Гришин Б.С. Резиновая промышленность России - от настоящего, через прошлое к будущему / Б.С. Гришин // Промышленное производство и использование эластомеров. М.: ООО «ОБРАКАДЕМНАУКА». №1. 2015. С. 3 – 9.

21. Ringland, G. Scenario planning: managing for the future / G. Ringland – Chichester: Wiley, 1998. P. 422.

22. Syahputri, K. Identification and Waste Reduction on Rubber Industry / K Syahputri // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – Режимдоступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/180/1/012119/pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 10.10.2018).

REFERENCES

1. Avadeni Y.I. *Aktual'nyye voprosy nauchnykh issledovaniy XXI veka* [Topical issues of the XXI century research]. Omsk, SibADI. 2015. 1315 p. (in Russian)

2. Biryukov V.V. Bykova R.G., Popova O.V. *Organizatsionno-ekonomicheskiye izmeneniya v predprinimatel'skom upravlenii i razvitiye promyshlennogo proizvodstva* [Organizational and economic changes in business management and the development of industrial production]. Omsk: SibADI, 2016. 234 p. (in Russian)

3. Carneiro de A. Leopold, Henrik ; van der Aa, J.H. ; Alter, Steven ; Reijers, Hajo A. *Factors leading to business process noncompliance and its positive and negative effects : Empirical insights from a case study*. 22nd Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2016, San Diego, CA, USA, August 11–14, 2016. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Factors-Leading-to-Business-Process-Noncompliance-a-Andrade-Aa/9dd54e64f66c8aeeee90f060099d3a81dd298bb08> (accessed: 26.09.2018).

4. Drucker J., Feser E. Regional industrial structure and agglomeration economies: An analysis of productivity in three manufacturing industries. *Regional Science and Urban Economics*, 2012, Vol. 42, Iss. 1–2, pp. 1–14.

5. Arkhipov S.O. Importozameshcheniye – eto razvitiye natsional'noy proizvodstvennoy bazy i sistemy postavshchikov [Import substitution is the development of a national production base and supplier system]. *Sibirskaya neft'*, 2016, no 3 (130), pp. 14–18. (in Russian)

6. Andersen B. *Biznes-protsessy. Instrumenty sovershenstvovaniya* [Business processes. Tools of perfection]. Moscow. RIA «Standartiikachestvo», 2003, 272 p. (in Russian)

7. Chmielarz W., Zborowski M., Biernikowicz A. *Analysis of the importance of business process management depending on the organization structure and culture*. Proceedings of the 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. 2013. pp. 1079–1086.

8. Eykhler, I.A. Model' otsenki preimushchestv uchastnikov biznes-protsessa po utilizatsii otkhodov avtotransporta [Model for assessing the benefits of participants in the business process of recycling vehicles]. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2017, no 1 (57), pp. 152–159. (in Russian)

9. Yevdokimova E.N. *Evolutsiya protsessnogo podkhoda v upravlenii i perspektivy yego razvitiya* [Evolution of the process approach in management and its development prospects]. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal*. Available at: <http://www.uecs.ru> (accessed: 26.09.2018).

10. Alzoubi H.M. Khafajy N.A. The impact of business process management on business performance superiority. 4 *International Journal of Business and Management Review*, 2015, Vol.3, no 2, pp.17–34.

11. Lemaska-Majdzik, A., Okreglicka M. *Identification of Business Processes in an Enterprise Management*. 22nd International Economic Conference – IECS 2015 “Economic Prospects in the Context of Growing Global and Regional Interdependencies”, IECS 2015. pp. 394–403.

12. Reschner K. *Scrap Tire Recycling*. Entire-engineering. Available at: http://www.entire-engineering.de/Scrap_Tire_Recycling.pdf (accessed: 25.10.2017).

13. Smithers R. *Overview of the World Rubber Recycling Market*. Available at: <https://www.smithersrapra.com/SmithersRapra/media/Sample-Chapters/Recycling-and-Re-use-of-Waste-Rubber.pdf> (accessed: 06.04.2017).

14. Gomes L.C., Neto F.J.K. Collaborative methods in supply chain management: implementation challenges. *Rae – Revistade Administracaode Empresas*, 2015, Vol.55, Iss.5, pp. 563–577.

15. Kaliyeva O.M., Luzhnova N.V., Dergunova M.I., Govorova M.S. *Factory, vliyayushchiye na ekonomicheskuyu effektivnost deyatel'nosti predpriyatiya* [Factors affecting the economic efficiency of the enterprise]. *Innovatsionnaya ekonomika: materialy Mezhdunar. nauch. konf.* (g. Kazan', oktyabr' 2014 g.). Kazan': Buk, 2014. pp. 93–96. (in Russian)

16. Beliczky L.S., Fajen J. *Rubber Industry*. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Available at: <http://www.ilocis.org/documents/chpt80e.htm>, (accessed: 06.04.2017).

17. *Benefits of Tire Recycling in Civil Engineering Projects*. Environmental XPRT – The Industry Environmental Online. Available at: <http://www.environmental-expert.com/> (accessed: 20.10.2017).

18. Miller A.E. Issledovaniye al'ternativnykh variantov integratsionnykh vzaimodeystviy proizvodstvennykh struktur [Alternative variants' research of the integration interactions of production structures]. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2013, no 4, pp. 105–113. (in Russian)

19. Rodina L.A. Sistematizatsiya indikatorov riskov promyshlennykh predpriyatiy [Systematization of industrial enterprise risk indicators]. *Nauka, obrazovaniye, biznes Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii uchenykh, преподавателей, aspirantov, студентов, spetsialistov promyshlennosti i svyazi, posvyashchennoy Dnyu radio*. 2014. pp. 82–85. (in Russian)

20. Grishin B.S. *Rezinovaya promyshlennost' Rossii - ot nastoyashchego, cherez proshloye k budushchemu* [Russian rubber industry - from the present, through the past to the future]. *Promyshlennoye proizvodstvo i ispol'zovaniye elastomerov*. Moscow. OBRKADEMNAUKA. 2015. No. 1. pp. 3–9. (in Russian)

21. Ringland, G. *Scenario planning: managing for the future*. Chichester: Wiley, 1998. P. 422.

22. Syahputri K. *Identification and Waste Reduction on Rubber Industry*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Available at: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/180/1/012119/pdf> (accessed: 10.10.2018).

Поступила 26.11. 2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алещенко Виталий Викторович (г. Омск, Россия) – д-р экон. наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории экономических исследований Омской области, ФГБУН Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской Академии наук, заместитель председателя ФГБУН Омский научный центр Сибирского отделения Российской Академии наук (644024, г. Омск, пр. Маркса, 15-16, e-mail: 564435@mail.ru, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-4158-6127>, Scopus Author ID 57191875100, ResearcherID D-4338-2015).

Эйхлер Иван Андреевич (г. Омск, Россия) – ст. преподаватель кафедры «Экономика и управление предприятиями» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск., пр. Мира 5, e-mail: vaniaieichler@rambler.ru, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-4681-8468>).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitaly V. Aleshchenko – Doctor of Economics, Leading Researcher, Economic Laboratory of the Omsk Region, Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Vice Chair, Omsk Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-4158-6127>, Scopus Author ID 57191875100, Researcher ID D-4338-2015 (644024, Omsk, 15-16, Karl Marks Ave., e-mail: 564435@mail.ru, (3812) 37-17-46)

Ivan A. Eichler – Senior Lecturer of the Economics and Management in Enterprises Department Siberian State Automobile and Highway University, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-4681-8468> (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: vaniaieichler@rambler.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Алещенко В.В. – 40%

Эйхлер И.А. – 60%

AUTHORS CONTRIBUTION

Aleschenko V.V. – 40% of the research.

Eichler I.A. – 60% of the research.

ОЦЕНКА ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

***А.А. Гибадуллин¹, Ю.В. Ерыгин², С.И. Борталевич³**

¹ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,
НОУ ВО «Московский технологический институт»,
г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск, Россия

³ФГБУН «Институт проблем рынка Российской академии наук»,
г. Москва, Россия
*11117899@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Представленная статья посвящена анализу экспортного потенциала электроэнергетической отрасли Российской Федерации в период конвергенции электроэнергетического комплекса в Общий рынок электрической энергии Евразийского экономического союза.

Материалы и методы. В проведенном исследовании авторами были рассмотрены основные показатели электроэнергетических отраслей государств-членов Евразийского экономического союза. В результате проведенного анализа было выявлено, что российская электроэнергетика является самой масштабной и диверсифицированной отраслью по сравнению с другими государствами-членами Союза. В работе было обосновано, что электроэнергетический комплекс Российской Федерации может быть полностью обеспечен российскими топливно-энергетическими ресурсами, что придает ей дополнительную устойчивость и конкурентоспособность.

Результаты. Оценка экспортного потенциала электроэнергетической отрасли Российской Федерации невозможно производить без определения конкурентоспособности электрической энергии, в которую, по мнению авторов, целесообразно включить показатели удельного расхода условного топлива, потери в сетях и стоимости электрической энергии как на территории государств-членов Евразийского экономического союза, так и на зарубежном рынке. В результате анализа конкурентоспособности было выявлено, что российская электрическая энергия может обладать определенными конкурентными преимуществами на общем рынке и на зарубежных рынках электроэнергии.

Заключение. В заключение статьи сделаны основные выводы по результатам проведенного исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электроэнергетический комплекс, национальная экономика, Евразийский экономический союз, государства-члены Союза, показатели электроэнергетической отрасли, топливно-энергетические ресурсы, конкурентоспособность российской электроэнергетики, тариф на электрическую энергию.

© А.А. Гибадуллин, Ю.В. Ерыгин, С.И. Борталевич



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

EXPORT POTENTIAL EVALUATION OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY IN THE RUSSIAN FEDERATION

*A.A. Gibadullin¹, Y.V. Yerygin², S.I. Bortalevich³

¹Management State University, Moscow Technology Institute,
Moscow, Russia

²Siberian State University of Science and Technology named after M.F. Reshetnev
Krasnoyarsk, Russia

³Marketing Problems Research Institute of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia

*11117899@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The article is devoted to the export potential analysis of the electric power industry in the Russian Federation during the convergence period of the electric power complex into the Common Electricity Market of the Eurasian Economic Union.

Materials and methods. The authors review the main indicators of the electricity sectors of the Eurasian Economic Union State Members. As a result of the analysis, it is revealed that the Russian electric power industry is the most large-scale and diversified industry in comparison with other Union state members. It is substantiated that the electric power complex of the Russian Federation could be fully provided with Russian fuel and energy resources, which give additional stability and competitiveness.

Results. The evaluation of the electric power industry export potential of the Russian Federation couldn't be made without determining the electric energy competitiveness, in which, according to the authors, it is advisable to include indicators of specific reference fuel consumption, loss in grids and cost of electric energy, both on the territory of the Eurasian Economic Union State Members and in the overseas market. As a result of the competitiveness analysis, it was revealed that Russian electrical energy may have certain competitive advantages in the common market and in foreign electricity markets.

Discussion and conclusions. The main conclusions about the research results are made by the authors.

KEYWORDS: Electric Power Complex, national economy, Eurasian Economic Union, Union State Members, indicators of the electric power industry, fuel and energy resources, competitiveness of the Russian electric power, tariff for electric energy.

© A.A. Gibadullin, Y.V. Yerygin, S.I. Bortalevich



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия Российская Федерация активно участвует на международной экономической и политической арене, это выражено вступлением в различные союзы и альянсы, созданием собственных интеграционных блоков, заключением двухсторонних договоров и т.п. Одним из актуальных направлений развития российской экономики в составе подобных интеграционных блоков является членство России в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС). ЕАЭС в своем составе объединяет Республику Армению, Республику Беларусь, Республику Казахстан, Республику Кыргызстан и Российскую Федерацию. В рамках созданного союза было принято множество нормативно-правовых документов, направленных на скорейшую интеграцию экономик и гармонизацию национального законодательства под общие требования [1, 2, 3, 4].

Одним из актуальных направлений объединения является создание топливно-энергетического рынка ЕАЭС, в рамках которого будут созданы общие рынки нефти, газа и электрической энергии. Безусловно, подобная практика положительно скажется на национальной экономике Российской Федерации и на развитии топливно-энергетического комплекса [5, 6, 7, 8]. Известно, что Россия является крупнейшим экспортером газа, нефти и угля на зарубежные рынки и фактически в рамках ЕАЭС будет поставлять соответствующие ресурсы на общий рынок топливно-энергетических ресурсов [9, 10, 11, 12]. Вместе с тем необходимо определить роль российской электроэнергетики на общем рынке электрической энергии ЕАЭС, так как непонятно, какую необходимо выбрать стратегию Российской Федерации: закупать иностранную энергию по более низким ценам, или, наоборот, выступать основным поставщиком электроэнергии на рынке ЕАЭС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Далее представляется необходимым провести анализ потенциала электроэнергетической отрасли государств-членов ЕАЭС и привести соответствующие выводы.

Рассмотрим показатели производства электрической энергии (таблица 1).

Из представленной таблицы 1 видно, что в Республике Беларусь, Республике Казахстан, Республике Кыргызстан и Российской Федерации наблюдается увеличение объемов производства электрической энергии. Подобная ситуация связана с появлением новых видов экономической деятельности, требующих высоких объемов потребления электрической энергии, с высокими темпами развития отдельных территорий и городов, увеличением потерь электрической энергии в сетях. Вместе с тем в Республике Армения наблюдается падение показателей производства электрической энергии.

Рассмотрим показатели установленной мощности электроэнергетических отраслей государств-членов ЕАЭС в 2016 году (рисунок 1).

Рисунок свидетельствует о том, что потенциал российской электроэнергетической отрасли самый крупный, всё это сопряжено с показателями по выработке электрической энергии, при этом в других государствах установленная мощность в десятки раз меньше по сравнению с Российской Федерацией.

Представим рисунок, отражающий структуру выработки электрической энергии в государствах-членах ЕАЭС в 2016 году (рисунок 2).

Из рисунка 2 видно, что в каждом государстве имеются свои структурные особенности, например, в Республике Беларусь производство электрической энергии осуществляет

Таблица 1
ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, млрд кВт·ч

Table 1
Electricity production, billion kWh

Государство/год	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Республика Армения	8	7,7	7,8	7,8	7,3	7,5
Республика Беларусь	30,8	31,5	34,7	34,1	33,6	34
Республика Казахстан	91	92,6	94,6	91,6	94,6	103,1
Республика Кыргызстан	15,2	14	14,6	13	13,1	15,4
Российская Федерация	1070	1059	1064	1067	1091	1091

Источник: Евразийский экономический союз в цифрах: краткий статистический сборник; Евразийская экономическая комиссия. Москва. 2018. 206 с.

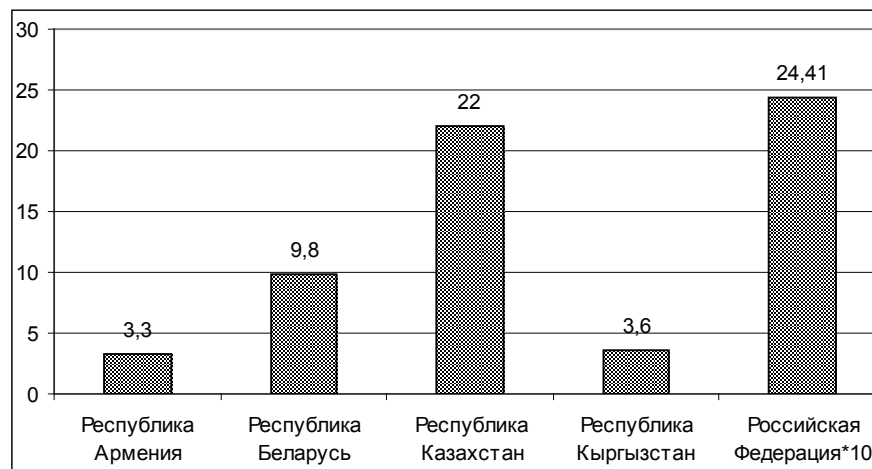


Рисунок 1 – Установленная мощность электроэнергетических отраслей государств-членов ЕАЭС в 2016 году, ГВт

Figure 1 – Installed capacity of the electricity industry of the EAEU State Members in 2016, GW

Источник: Евразийский экономический союз в цифрах: краткий статистический сборник; Евразийская экономическая комиссия. Москва. 2018. 206 с.

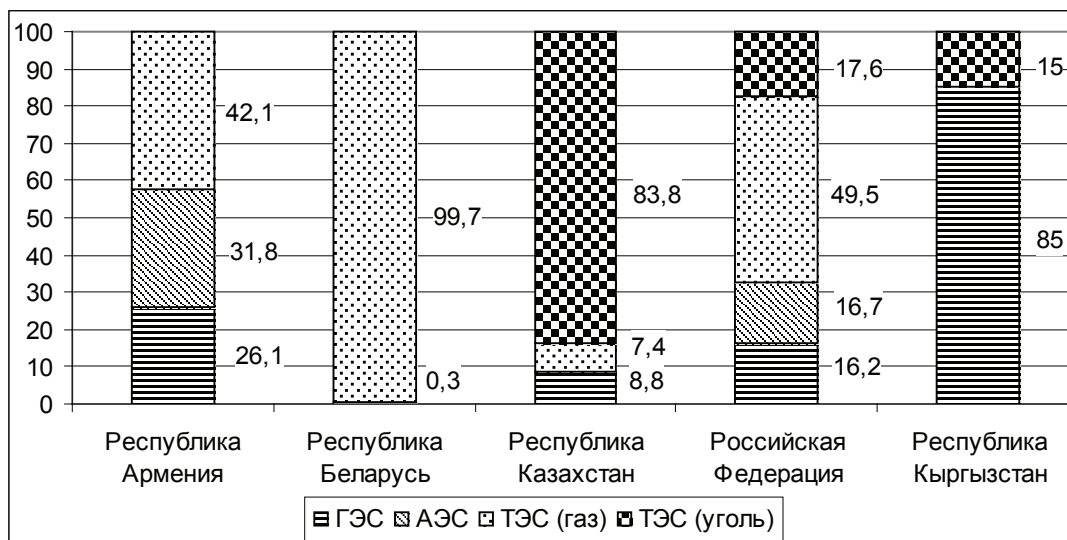


Рисунок 2 – Структура выработки электрической энергии, в процентах

Figure 2 – Structure of the electrical energy generation, in percent

Источник: Евразийский экономический союз в цифрах: краткий статистический сборник; Евразийская экономическая комиссия. Москва. 2018. 206 с.

только в газовых электростанциях, в Республике Казахстан в основном функционируют угольные станции, в Республике Кыргызстан работают гидроэлектростанции, а в Республике Армения и Российской Федерации производство является диверсифицированным.

Далее целесообразно рассмотреть наличие соответствующих топливно-энергетических ресурсов, на основе которых происходит производство электрической энергии (таблица 2).

Таблица 2
ПОКАЗАТЕЛИ ДОБЫЧИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Table 2
Indicators of the energy resources extraction

Государство / показатель	Уголь, млн т	Нефть, включая газовый конденсат, млн т	Газ природный, млрд куб.м.
Республика Армения	–	–	–
Республика Беларусь	–	1,7	0,2
Республика Казахстан	111,1	86,2	53,2
Республика Кыргызстан	1,9	0,2	0,03
Российская Федерация	410,1	546,5	690,5

Источник: Евразийский экономический союз в цифрах: краткий статистический сборник; Евразийская экономическая комиссия. Москва. 2018. 206 с.

В представленной таблице 2 отражены основные топливно-энергетические ресурсы, добываемые на территории национальных государств ЕАЭС. Вместе с тем видно, что в Российской Федерации объемы добычи угля, нефти и газа максимальны по отношению к другим государствам.

Если рассмотреть показатель загрузки электрических станций Российской Федерации, то он составляет 50–52%, это свидетельствует о недогрузке примерно половины установленных производственных мощностей и о возможности использовать нефункционирующие мощности для дополнительной выработки электрической энергии.

Таким образом, электроэнергетическая отрасль Российской Федерации в рамках Общего электроэнергетического рынка Евразийского экономического союза является лидером по производственным показателям. Подобные преимущества российской электроэнергетики необходимо использовать не только на благо развития общего рынка, но и обеспечения устойчивого функционирования и развития электроэнергетического комплекса России.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На взгляд авторов статьи, российским энергетическим предприятиям необходимо уже сегодня разрабатывать стратегии, связанные как с обеспечением надежной и бесперебойной работы энергетического оборудования, так и формированием принципов экспорта электрической энергии на зарубежные рынки. Если абстрагироваться от базовых условий функционирования национальных электроэнергетических комплексов, то можно выявить несколько структурных и экономических разнообразий отраслевых комплексов государств-членов ЕАЭС, среди них:

- функционирование квазиконкурентных

рынков электрической энергии на территории каждого государства;

- структура выработки электрической энергии;
- степень износа основных фондов электроэнергетических предприятий;
- уровень дефицита или избытка электрической энергии;
- уровень эффективности производственного процесса и т.п. [13, 14, 15, 16].

Таким образом, национальные электроэнергетические комплексы государств-членов ЕАЭС имеют существенные различия, что будет препятствовать их эффективной гармонизации и формированию общих условий функционирования. Электроэнергетической отрасли Российской Федерации, обладающей масштабным потенциалом, целесообразно взять на себя функции по обеспечению электрической энергией всех потребителей государств-членов ЕАЭС, а также способствовать передачи электрической энергии в энергодефицитные регионы и, используя электроэнергетический потенциал государств-членов ЕАЭС, поставлять электрическую энергию на мировой рынок [17, 18, 19, 20].

Целесообразно определить конкурентоспособность российской электрической энергии для обоснования возможности продажи ее на зарубежных рынках. На наш взгляд, основными показателями определения конкурентоспособности является количество используемого топлива на выработку электроэнергии, потери в сетях и цена на электрическую энергию. Несмотря на то что каждый из предложенных показателей зависит от принципов финансово-хозяйственной деятельности разных компаний, в рамках национального государства они объективно отразят конкурентоспособность национальной электрической энергии.

Для оценки количества используемого то-

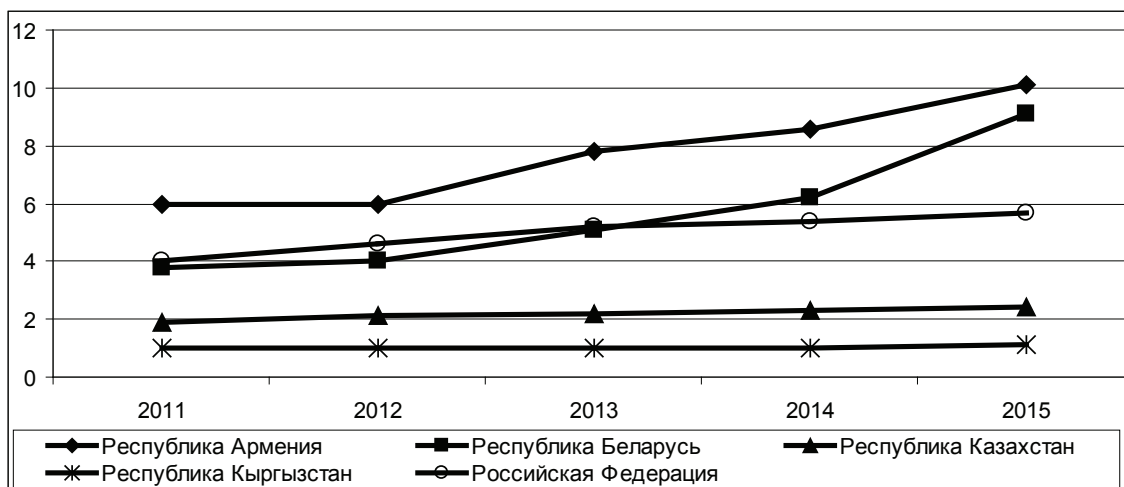


Рисунок 3 – Тариф на электрическую энергию в государствах-членах ЕАЭС, центов долларов США/кВт*ч

Figure 3 – Electricity tariff in the EEU State Members, the US cents / kWh

Источник: Евразийский экономический союз в цифрах: краткий статистический сборник; Евразийская экономическая комиссия. Москва. 2018. 206 с.

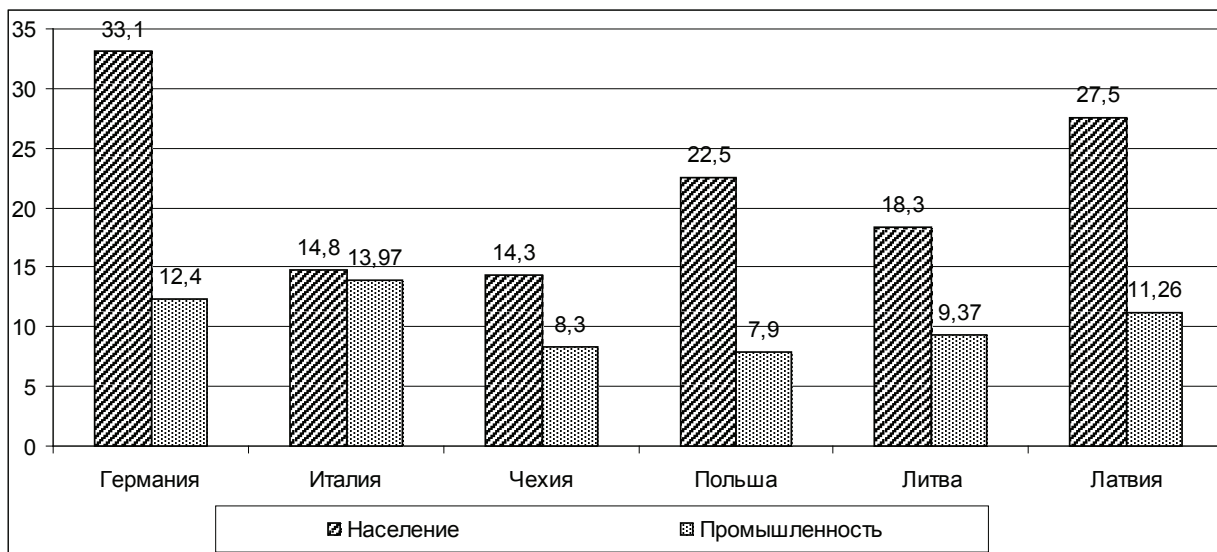


Рисунок 4 – Стоимость электрической энергии на зарубежных рынках в 2015 году, центов долларов США/кВт*ч

Figure 4 – Cost of electricity in overseas markets, 2015, the US cents / kWh

Источник: Официальный сайт ГПО «Белэнерго». URL: <http://www.energo.by>

плива на выработку электрической энергии используют показатель удельного расхода условного топлива, который приравнивает все виды топлива к единому значению и определяет, какое количество топлива необходимо для выработки электрической энергии. Рассматривая показатели топливной эффективности в национальных государствах, видно, что в Республике Беларусь данный показатель мини-

мален и составляет 235 г.у.т./кВт*ч, это связано с тем, что электростанции в качестве основного топлива используют газ, который имеет более высокие показатели энергетической эффективности. В Республике Армении данный показатель за последние годы существенно снизился и составил 271 г.у.т./кВт*ч, что было вызвано отказом от неэффективных мощностей и переходом на газотурбинные установки.

В Российской Федерации наблюдается комбинированная выработка электрической энергии из газа и угля, в этой связи показатель удельного расхода условного топлива составляет 315 г.у.т./кВт*ч. В Республике Казахстан и Республике Кыргызстан производство электрической энергии осуществляется на угольных электростанциях, в связи с чем показатель достигает 382 г.у.т./кВт*ч и 398 г.у.т./кВт*ч соответственно. Стоит отметить, что в Республике Кыргызстан более 85% электрической энергии вырабатывается на гидроэлектростанциях, что снижает издержки производства.

Показатель потерь в сетях отражает долю расходов на транспорт электрической энергии в сетях государств-членов ЕАЭС. В Республике Армения данный показатель составляет 11,6%, в Республике Беларусь – 9,22%, в Республике Казахстан – 2,7%, в Республике Кыргызстан – 21,5%, в Российской Федерации – 9,9%. Таким образом, наименьшие потери в сетях наблюдаются в Республике Казахстан, наибольшие в Республике Кыргызстан, что свидетельствует об отсутствии политики по сокращению расходов на транспорт в сетях и несанкционированного подключения к электроэнергетическим системам.

Показатель, отражающий стоимость электрической энергии, целесообразно рассмотреть как на территории государств-членов ЕАЭС, так и на зарубежных рынках (рисунок 3 и 4).

Из представленного рисунка 3 видно, что наименьший тариф на электрическую энергию в Республике Кыргызстан, так как производство происходит на гидроэлектростанциях, а в Республике Армения и в Республике Беларусь стоимость электрической энергии максимальна, это связано с необходимостью приобретения угля и газа для электростанций на зарубежных топливно-энергетических рынках.

Из представленного рисунка 4 видно, что стоимость электрической энергии в странах Европы выше, чем в Российской Федерации, вследствие чего у российской электрической энергии имеются конкурентные преимущества по ценовой категории.

Проведенный анализ показал, что Российская Федерация должна стать полноправным участником Общего рынка электрической энергии Евразийского экономического союза, при этом она сможет не только продавать собственную электрическую энергию потребителям, расположенным на территории государств-членов ЕАЭС, но и, используя потенциал стран Евразийского экономического

союза, поставлять электрическую энергию на зарубежные рынки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном исследовании был проанализирован существующий потенциал электроэнергетических отраслей государств-членов Евразийского экономического союза, в том числе и Российской Федерации. Рассмотрев основные показатели электроэнергетических отраслей государств-членов ЕАЭС, было выявлено, что российская электроэнергетика остается самой крупной системой, с высокой долей выработки электрической энергии на разных типах электрических станций. Кроме этого, в исследовании выявлено, что российская и казахстанская экономика обладает необходимыми топливно-энергетическими ресурсами, которые могут быть направлены на производство электрической энергии, однако остальные государства вынуждены закупать сырье для собственных электрических станций. Сравнительный анализ конкурентоспособности российской электрической энергии и государств-членов ЕАЭС показал, что в целом она сможет конкурировать с другими производителями электрической энергии, расположенными на территории Евразийского экономического союза и зарубежных стран.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гибадуллин А.А., Пуляева В.Н., Ерыгин Ю.В. Концептуальные направления устойчивого развития Евразийского экономического союза. М.: Издательский дом ГУУ, 2018. 158 с.
2. Зиядуллаев Н.С. ЕАЭС: между политикой и экономикой // Проблемы теории и практики управления. 2014. № 11. С. 25–37.
3. Зиядуллаев Н.С., Зиядуллаев С.С. От СНГ к Евразийскому экономическому союзу: дезинтеграция и реинтеграция // Проблемы теории и практики управления. 2017. № 2. С. 8–17.
4. Гибадуллин А.А., Ерыгин Ю.В. Оценка потенциала и определение перспектив развития национальных видов экономической деятельности в рамках Евразийского экономического союза // Вестник СурГУ. 2018. № 2(20). С. 52–57.
5. Любимова Н.Г. Долгосрочное обеспечение надежного, качественного и доступного электроснабжения потребителей // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2016. № 10. С. 76–79.
6. Воронцов В.Б., Толмачева А.А. Оценка качественных свойств энергетических систем

// Актуальные проблемы управления – 2016 // Материалы 21-й Международной научно-практической конференции. 2016. С. 124–127.

7. Линник Ю.Н., Жабин А.Б., Линник В.Ю., Третьякова М.В. Возможности российского ТЭК в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 3. С. 231–240.

8. Пуляева В.Н. Технологическое развитие электроэнергетики России // Экономика отраслевых рынков: формирование, практика и развитие. Топливо-энергетический комплекс: правовое и экономическое регулирование // Сборник материалов межвузовской научной конференции и круглого стола; под научной редакцией Н.А. Харитоновой. 2018. С. 151–155.

9. Veselovsky M.Y., Menshikova M.A., Gnezdova J.V., Izmailova M.A., Romanova J.A. Formation of management system for sustainable development of enterprises in the various industries // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 20. С. 41172–41177.

10. Alferova T., Shilova E., Tretiakova E. Methodical approaches to sustainable development of industrial enterprises // European Research Studies Journal. 2015. Т. 18. № 3. С. 115–128.

11. Biryukov V.V. Cyclic-Temporal Competitive Advantages of the National Economy and Entrepreneurship Development / V.V. Biryukov, E.V. Romanenko, S.M. Khairova, B.G. Khairov // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol.6. No 4. P. 64–71. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n4s4p64

12. Biryukov V.V., Romanenko E.V. The formation of territorial innovation models // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9. No 12. P. 89534.

13. Гибадуллин А.А., Ерыгин Ю.В. Формирование модели обеспечения устойчивости электроэнергетического комплекса // Вестник СибАДИ. 2018. № 4. Т. 15. С. 618–628.

14. Лазник А.А., Линник В.Ю. Определение областей лучшей практики управления ЕР-С(М)-проектами на основании анализа мирового рынка // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2017. №6. С. 37–42.

15. Гибадуллин А.А. Формирование концептуальных направлений устойчивого развития электроэнергетических комплексов Евразийского экономического союза // Вестник Нижегородского государственного инже-

нерно-экономического института. 2017. №10. С. 134–141.

16. Меренков А.О. Индустрия 4.0: немецкий опыт развития цифрового транспорта и логистики // Управление. 2017. Т. 5. № 4. С. 17–21.

17. Тихонов Ю.П. Об оценке потерь от замораживания капитальных вложений // Экономика строительства. 2018. № 3 (51). С. 66–77.

18. Митрофанова А.Е., Линник В.Ю. Функциональные роли участников // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2014. № 19. С. 97–103.

19. Меренков А.О. Цифровая экономика на транспорте и интеллектуальные транспортные системы // Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 4. С. 14–18.

20. Харитонов В.Н. Формирование системы управления корпоративными знаниями как фактор устойчивого развития организации // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2011. № 4. С. 165–169.

REFERENCES

1. Gibadullin A.A., Pulyayeva V.N., Yerygin YU.V. *Kontseptual'nyye napravleniya ustoychivogo razvitiya Yevraziyskogo ekonomicheskogo soyuza* [Conceptual directions of sustainable development of the Eurasian Economic Union]. Moscow: Izdatel'skiy dom GUU, 2018, 158 p. (in Russian).

2. Ziyadullayev N.S. YEAES: mezhdru politikoy i ekonomikoy [EEU: Between Politics and Economics]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*, 2014, no 11, pp. 25–37. (in Russian).

3. Ziyadullayev N.S., Ziyadullayev S.S. Ot SNG k Yevraziyskomu ekonomicheskому союзу: dezintegratsiya i reintegratsiya [From the CIS to the Eurasian Economic Union: disintegration and reintegration]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*, 2017, no 2, pp. 8–17. (in Russian).

4. Gibadullin A.A., Yerygin YU.V. Otsenka potentsiala i opredeleniye perspektiv razvitiya natsional'nykh vidov ekonomicheskoy deyatel'nosti v ramkakh Yevraziyskogo ekonomicheskogo soyuza [Assessment of the potential and determination of the prospects for the development of national economic activities in the framework of the Eurasian Economic Union]. *Vestnik SurGU*, 2018, no 2(20), pp. 52–57. (in Russian).

5. Lyubimova N.G. Dolgosrochnoye obespecheniye nadezhnogo, kachestvennogo i dostupnogo elektrosnabzheniya potrebitel'ey [Long-term provision of reliable, high-quality and affordable power supply to consumers]. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyy universitet upravleniya)*, 2016, no 10, pp. 76-79. (in Russian).
6. Vorontsov V.B., Tolmacheva A.A. Otsenka kachestvennykh svoystv energeticheskikh sistem [Evaluation of the quality properties of energy systems] *Aktual'nyye problemy upravleniya – 2016 Materialy 21-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, 2016, pp. 124-127. (in Russian).
7. Linnik YU.N., Zhabin A.B., Linnik V.YU., Tret'yakova M.V. Vozmozhnosti rossiyskogo TEK v oblasti energosberezheniya i povysheniya energeticheskoy effektivnosti [Opportunities of the Russian fuel and energy complex in the field of energy saving and energy efficiency increase]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2017, no 3, pp. 231-240. (in Russian).
8. Pulyayeva V.N. Tekhnologicheskoye razvitiye elektroenergetiki Rossii [Technological development of the power industry of Russia]. *Ekonomika otraslevykh rynkov: formirovaniye, praktika i razvitiye. Toplivno-energeticheskiy kompleks: pravovoye i ekonomicheskoye regulirovaniye Sbornik materialov mezhvuzovskoy nauchnoy konferentsii i kruglogo stola. Pod nauchnoy redaktsiyey N.A. Kharitonovoy*, 2018, pp. 151-155. (in Russian).
9. Veselovsky M.Y., Menshikova M.A., Gnezdova J.V., Izmailova M.A., Romanova J.A. Formation of management system for sustainable development of enterprises in the various industries // *International Journal of Applied Engineering Research*, 2015, T. 10, № 20, pp. 41172-41177.
10. Alferova T., Shilova E., Tretiakova E. Methodical approaches to sustainable development of industrial enterprises // *European Research Studies Journal*, 2015, T. 18, № 3, pp. 115-128.
11. Biryukov V.V., Romanenko E.V., Khairova S.M., Khairov B.G. Cyclic-Temporal Competitive Advantages of the National Economy and Entrepreneurship Development // *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2015, Vol.6, No 4, pp. 64-71. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n4s4p64
12. Biryukov V.V., Romanenko E.V. The formation of territorial innovation models // *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, Vol. 9, no 12, P. 89534.
13. Gibadullin A.A., Yerygin YU.V. Formirovaniye modeli obespecheniya ustoychivosti elektroenergeticheskogo kompleksa [Formation of a model to ensure the sustainability of the electric power complex]. *Vestnik SibADI*, 2018, no 4, vol. 15, pp. 618-628. (in Russian).
14. Laznik A.A., Linnik V.YU. Opredeleniye oblastey luchshey praktiki upravleniya YERS(M)-proyektami na osnovanii analiza mirovogo rynka [Identifying areas of best practice in managing EPC (M) projects based on an analysis of the global market]. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyy universitet upravleniya)*, 2017, no 6, pp. 37-42. (in Russian).
15. Gibadullin A.A. Formirovaniye kontseptual'nykh napravleniy ustoychivogo razvitiya elektroenergeticheskikh kompleksov Yevraziyskogo ekonomicheskogo soyuza [Formation of conceptual directions of sustainable development of electric power complexes of the Eurasian Economic Union]. *Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ekonomicheskogo instituta*, 2017, no 10, pp. 134-141. (in Russian).
16. Merenkov A.O. Industriya 4.0: nemetskiy opyt razvitiya tsifrovogo transporta i logistiki [Industry 4.0: German experience in the development of digital transport and logistics]. *Upravleniye*, 2017, vol. 5, no 4, pp. 17-21. (in Russian).
17. Tikhonov YU.P. Ob otsenke poter' ot zamorazhivaniya kapital'nykh vlozheniy [On the evaluation of losses from the freezing of capital investments]. *Ekonomika stroitel'stva*, 2018, no 3 (51), pp. 66-77. (in Russian).
18. Mitrofanova A.Ye., Linnik V.YU. Funktsional'nyye roli uchastnikov [Functional roles of participants]. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyy universitet upravleniya)*, 2014, no 19, pp. 97-103. (in Russian).
19. Merenkov A.O. Tsifrovaya ekonomika na transporte i intellektual'nyye transportnyye sistemy [Digital Economy in Transport and Intelligent Transport Systems]. *Transport: nauka, tekhnika, upravleniye*, 2018, no 4, pp. 14-18. (in Russian).
20. Kharitonova V.N. Formirovaniye sistemy upravleniya korporativnymi znaniyami kak faktor ustoychivogo razvitiya organizatsii [Formation of a system of corporate knowledge management as a factor in the sustainable development of an organization]. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo*

universiteta. *Ekonomicheskiye nauki*, 2011, no 4, pp. 165–169. (in Russian).

Поступила 14.10.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гибадуллин Артур Артурович (Россия, г. Москва) – канд. экон. наук, доц. кафедры экономики и управления в топливно-энергетическом комплексе ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (109542, г. Москва, Рязанский проспект, д. 99), доц. кафедры «Энергетика» НОУ ВО «Московский технологический институт» (119334, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, д. 38а), ассистент кафедры «Экономика в энергетике и промышленности» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (111250, г. Москва, Красноказарменная ул., д. 14, e-mail: 11117899@mail.ru).

Ерыгин Юрий Владимирович (Россия, г. Красноярск) – д-р экон. наук, проф., проф. кафедры «Финансы и кредит» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева» (660000, Красноярский край, г. Красноярск, пр. имени газеты «Красноярский Рабочий», д. 31)

Борталевич Светлана Ивановна (Россия, г. Москва) – д-р экон. наук, доц., главный научный сотрудник ФГБУН «Институт проблем рынка Российской академии наук» (117418, г. Москва, Нахимовский пр., 47)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Gibadullin Artur Arturovich – Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Management in the Fuel and Energy Complex, Management State University (109542, Moscow, 99, Ryazan Ave.), Associate Professor of the Department of Power Engineering, Moscow Institute of Technology (119334, Russia, Moscow, 38a, Leninsky Ave.), Assistant of the Department of Economics in Power Engineering and Industry, National Research University (111250, Moscow, 14, Krasnokazarmennaya St., e-mail: 11117899@mail.ru).

Yerygin Yuri Vladimirovich – Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Finance and Credit, Siberian State University of Science and Technology named after M.F. Reshetnev (660000, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk, 31, the newspaper named after “Krasnoyarsk Worker” Ave.).

Bortalevich Svetlana Ivanovna – Doctor of Economics, Associate Professor, Chief Researcher of the Research Institute of the Marketing Problems of the Russian Academy of Sciences (117418, Moscow, 47, Nakhimovsky Ave.)

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Гибадуллин А.А., Ерыгин Ю.В. и Борталевич С.И. Совместно провели представленное исследование и обосновали его результаты.

AUTHORS CONTRIBUTION

Gibadullin A. A., Yerygin Y. V., Bortalevich S. I. have the equal contribution to the research and it's results.

УДК 338.49:338.436.33:911.375.635(045)

ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ МЕГАПОЛИСА: ОСОБЕННОСТИ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Е.П. Задворнева¹, *А.В. Зинич², О.С. Евдохина²

¹Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина
Республика Казахстан, г. Астана

²ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Россия

*av.zinich@omgau.org

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье изложены перспективы развития конкурентных преимуществ оптово-распределительных центров как необходимых объектов инфраструктуры агропродовольственного комплекса пригородной зоны мегаполиса, его роль в формировании современной институциональной среды пригородного АПК.

Материалы и методы. Обоснованы причинно-следственные связи необходимости формирования и функционирования институциональной среды агропродовольственного комплекса пригородной зоны, создания механизма внутренней продовольственной помощи нуждающимся слоям населения. При проведении исследований использовались монографический, статистический, графический, экспертный метод.

Результаты. Авторским коллективом обоснованы предложения по созданию институциональной среды функционирования предприятий и организаций, входящих в систему внутренней продовольственной помощи населению.

Обсуждение и заключение. Предложен механизм развития институтов инфраструктуры агропродовольственного комплекса мегаполиса, основанный на оценке возможностей ресурсного потенциала продовольственного рынка пригородной зоны; даны рекомендации по формированию современных институтов развития, обеспечивающих продовольствием население мегаполиса в условиях сложившихся ограничений на господдержку сельского хозяйства после вхождения Республики Казахстан в ВТО; предлагается в рамках проектного подхода создать механизм управления инфраструктурным обеспечением агропродовольственного рынка пригородной зоны мегаполиса, основанный на взаимодействии агентов в системе экономических отношений, органов исполнительной власти мегаполиса, администраций районных территориальных образований, бизнес-структур и науки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инфраструктура, агропродовольственный рынок, пригородная зона, внутренняя продовольственная помощь.

© Е.П. Задворнева, *А.В. Зинич, О.С. Евдохина



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURE FORMATION OF THE AGRO-FOOD MARKET IN THE METROPOLIS SUBURBAN AREAS: CHARACTERISTICS, DEVELOPMENT DIRECTIONS

*E.P. Zadvorneva¹, *A.V. Zinich, O. S. Evdokhina*

¹Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin

² Omsk State Agricultural University,
Omsk, Russia

*av.zinich@omgau.org

ABSTRACT

Introduction. *The article describes the prospects for competitive advantages' development of wholesale and distribution centers as the necessary agro-food complex infrastructure in the metropolis suburban area. Moreover, agro-food complex's role in the formation of the modern institutional environment of suburban agriculture is also discussed.*

Materials and methods. *The causal relations of the need for the formation and functioning of the agro-food complex institutional environment in the suburban area, the creation of the internal food mechanism to the needy segments of the population are substantiated. The authors use monographic, statistical, graphic and expert methods in the research.*

Results. *The authors justify the suggestions to create an institutional environment for the functioning of enterprises and organizations, which are included in the system of internal food aid to the population.*

Discussion and conclusions. *As a result, the mechanism for the infrastructure development of the metropolis agro-food complex, based on the resource potential assessment of the food market in the suburban area, is presented. In addition, the recommendations on the development of modern institutions that provide food to the population of the metropolis in the current restrictions of state agriculture support after the accession of Kazakhstan to the WTO are made. Moreover, the creation of the mechanism for managing the infrastructure provision of the agro-food market in the metropolis suburban area, based on the interaction of agents in the system of economic relations, the Executive authorities of the metropolis, district administrations of territorial entities, business structures and science is proposed.*

KEYWORDS: *infrastructure, agro-food market, suburban area, domestic food aid.*

© E.P. Zadvorneva, *A.V. Zinich, O. S. Evdokhina



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе модернизации экономики Республики Казахстан формируется система организаций, обеспечивающая взаимодействие между производством, распределением, обращением и потреблением, создающая институциональную среду агропродовольственного комплекса, обслуживающую деятельность агентов рыночной экономики, обеспечивающая сокращение транзакционных издержек во всех фазах воспроизводственного процесса.

В связи с этим существует объективная необходимость формирования благоприятной институциональной среды для всех игроков агропродовольственного рынка, институтов развития инфраструктуры, ориентированных на повышение конкурентоспособности хозяйствующих субъектов, обеспечение продовольственной безопасности населения, а также создания института распределения внутренней продовольственной помощи. Создание и функционирование инфраструктуры агропродовольственного комплекса пригородного хозяйства мегаполисов как многофункциональной системы с учетом специфики современного этапа развития казахстанской экономики исследованы недостаточно.

Инфраструктура агропродовольственного комплекса мегаполиса призвана обеспечить существование системы, в которой взаимодействуют субъекты рыночных отношений. Она влияет на эффективность процессов производства, распределения, обмена и потребления и должна соответствовать уровню развития производительных сил в обществе на каждом этапе его развития. Агропродовольственный комплекс мегаполиса – это главное звено в обеспечении физической доступности продовольствия населению, который представлен нами в двух аспектах: с одной стороны, агропродовольственный комплекс встроен в систему агропродовольственного сектора, с другой – сам состоит из элементов, главным из которых является агропродовольственный рынок.

Всеми экономическими школами признается, что инфраструктура является «... основным компонентом любой системы как материальная основа бизнес-процессов» [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. К сторонникам определения инфраструктуры как материальной основы функционирования экономики можно отнести Носову С.С., Лившиц В.Н., Красовского В.П. и др.; инфраструктуры как общенациональной услуге функционирующим бизнес-структурам – Розенштейн-Родана П., Янгсона А., Зингера Х.,

Стаханова В.Н. Чернявского И.Ф., Бронштейна Я.Т. и др.; инфраструктуры как обеспечивающей подсистемы экономики, включающей материальную, институциональную, персональную компоненты, – Иохимсена Р., Новикова Д.Т., Новоселова А.С. Целям нашего исследования в большей степени применим подход профессора Стукача В.Ф., который определяет инфраструктуру как систему, находящуюся в постоянном взаимодействии с другими системами экономики региона, соединена с ними прямыми и обратными связями, подвергнутыми изменениям во времени и пространстве [9,10].

Учитывая специфику современных процессов в развитии казахстанской экономики и понимая необходимость разработки инфраструктурных проектов, авторы ставят следующую цель: определить перспективы развития конкурентных преимуществ оптово-распределительных центров как необходимых объектов инфраструктуры агропродовольственного комплекса пригородной зоны мегаполиса, их роль в формировании современной институциональной среды пригородного АПК. Для достижения поставленной цели авторами решены следующие задачи: проанализированы тенденции развития пригородного АПК города Астаны, выявлен потенциал предприятий оптово-розничной торговли, предложен механизм реализации внутренней продовольственной помощи (ВПП) нуждающимся слоям населения посредством создания оптово-распределительных центров (ОРЦ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Продовольственный рынок Астаны является крупной в Казахстане локальной системой обращения продовольственных товаров. Развитие агропродовольственного рынка в таком мегаполисе, как Астана, обусловлено следующими специфическими факторами. Во-первых, Астана с 1998 года является столицей государства, вторым по величине после Алматы городом с наибольшей концентрацией потребителей продовольствия. Число постоянно проживающих в Астане жителей в 2017 г. составило 952,5 тыс. человек, а с учетом гостей столицы численность потребителей продовольствия оценивается в 1 240 тыс. человек, что составляет 6,9 % от всего населения Казахстана. Следует принять во внимание, что численность населения Астаны вместе с пригородной зоной возросла за последние 10 лет в 1,7 раза, а за 20 лет – в 2,6 раза (таблица 1).

Таблица 1
ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ АСТАНЫ И ЕЕ ПРИГОРОДНЫХ РАЙОНОВ И ПРОГНОЗ НА ПЕРСПЕКТИВУ

Table 1
Population dynamics in Astana and its suburban areas and future forecast

Год	Численность населения, чел.		
	Районы пригородной зоны	г. Астана	Всего
2000	135 034	381 000	482 236
2001	130 061	446 200	543 987
2002	124 954	493 100	586 971
2003	124 837	501 998	596 177
2004	125 881	510 533	605 937
2005	125 778	529 335	624 742
2006	125 929	550 438	646 140
2007	127 440	574 448	671 853
2008	127 835	602 684	700 616
2009	144 307	605 254	721 131
2010	143 702	649 139	764 672
2011	143 380	697 129	812 662
2012	143 855	742 918	859 220
2013	144 425	778 198	895 101
2014	145 399	814 934	933 834
2015	148 262	872 665	993 917
2016	147 385	934 258	1 081 643
2017	145 784	952 492	1 098 276

2020	154 375	969 131	1 099 146

2030	169 825	1 256 941	1 406 506
Уравнение тренда Уср=a+bt	$y = 1\,545t + 121\,930$	$y = 28\,781t + 364\,730$	$y = 3\,0736t + 453\,690$

**составлено и рассчитано авторами*

Таблица 2
ПОТРЕБЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЕМ С ДОХОДАМИ ВЫШЕ И НИЖЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРОЖИТОЧНОГО МИНИМУМА, 2016 г.

Table 2
Consumption of basic food by the population with incomes above and below the subsistence minimum, 2016

Продукты питания	Потребление (кг) населением с доходами				Соотношение потребления продуктов питания населением с доходами ниже ПМ к потреблению с доходами выше ПМ, %	
	выше ПМ		ниже ПМ			
	Астана	Пригородная зона	Астана	Пригородная зона	Астана	Пригородная зона
Хлебопродукты и кру- пные изделия	106	132	71	88	67,0	66,4
Мясо и мясопродукты	70	71	22	32	31,0	45,8
Рыба	7	10	2	2	33,3	25,0
Молочные продукты	251	264	179	126	71,3	47,7
Яйцо*	172	170	83	50	48,3	29,6
Масла и жиры	16	23	11	7	69,2	31,6
Фрукты	59	49	29	13	49,0	26,8
Овощи	72	73	42	30	58,3	41,0
Картофель	43	48	34	26	77,8	55,0
Сахар	31	40	17	20	53,8	51,5

* Шм.



Рисунок – Объем розничной торговли по отдельным продовольственным товарам в Астане, в среднем за 2012–2016 гг.

Figure – Retail trade volume to separate food products in Astana, average calculations from 2012 to 2016

Источник: составлено авторами на основе статистических данных

Рост населения Астаны будет продолжаться и в дальнейшем, а это говорит о средние и долгосрочной перспективах емкости агропродовольственного рынка. Увеличение населения мегаполиса связано, прежде всего, с миграционными процессами.

Во-вторых, функционирование агропродовольственного рынка Астаны и ее пригородной зоны, а также инфраструктуры, зависит в значительной мере от особенностей уровня жизни проживающего здесь населения. Он характеризуется, с одной стороны, высоким уровнем среднедушевых денежных доходов и потребительских расходов, с другой – наличием в Астане большого количества населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума. В настоящее время не все категории населения Астаны имеют возможности для экономического доступа к продовольствию (таблица 2).

Люди с наименьшими доходами не только потребляют в два раза меньше продуктов питания, но и покупают более дешевые, обладающие недостаточной энергетической ценностью продукты. Неравенство в потреблении измеряется с помощью коэффициента вариации энергетической ценности потребленных продуктов питания [11, 12]

Изменения, происходящие в экономике города с момента переноса столицы из Алматы в Астану, тесно связаны с развитием внутренней торговли. Оборот розничной торговли продовольствия в 2016 г. составил 223,2 млрд тг. (40,6 млрд руб.), что в сопоставимых ценах на 18,8% больше, чем в 2012 г. Объем розничной торговли по отдельным продовольственным товарам за 2012–2016 гг. показан на рисунке.

Оптово-розничный оборот столицы Казахстана обеспечивают только частные организации [13]. В составе торговых предприятий Астаны функционирует 25 различных рынков и ярмарочных комплексов [14]. Несмотря на большое количество торговых мест и высокую степень реализации товаров, указанные торговые предприятия Астаны удовлетворяют потребности участников рынка не более чем на 35% [15]. При этом существует проблема несанкционированной торговли скоропортящимися продуктами питания на стихийных рынках. Широко распространены магазины, осуществляющие торговлю продовольственными товарами – 120 сетей. Однако торговых площадей все ещё недостаточно. Розничная сеть пригородных районов мегаполиса пред-

ставлена продовольственными магазинами и специализированными организациями. Несмотря на то что в каждом населенном пункте или округе есть хотя бы один продовольственный магазин, в целом по пригороду этот сегмент продовольственного рынка недостаточно развит. Как правило, в этих магазинах набор продуктов питания ограничен, и жителям удаленных поселков приходится периодически пополнять свои запасы продовольствия, выезжая в районные центры или в Астану.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Многие российские ученые внесли вклад в изучение агропродовольственного комплекса, продовольственной безопасности населения [16,17,18,19,20,21,22,23,24]. Обобщая, продовольственная безопасность будет считаться обеспеченной, если:

- на рынке города и пригородной зоны присутствуют продукты питания в объемах, достаточных для обеспечения ими населения не ниже рекомендуемых норм их потребления;
- денежные доходы и система социальной защиты, в т.ч. система внутренней продовольственной помощи нуждающимся слоям населения, позволяют приобретать основные виды продовольствия в соответствии с рекомендуемыми нормами потребления;
- обеспечено качество продукции;
- снижена зависимость агропродовольственного рынка от импорта.

Выполнение всех этих задач зависит от того, насколько верно определены основные направления дальнейшего развития агропродовольственного комплекса пригородной зоны мегаполиса, населению которого ежедневно требуется 3 тыс. т продовольствия, или более 1 млн т в год.

На наш взгляд, здесь необходимо усилить основные взаимосвязанные направления развития инфраструктуры агропродовольственного комплекса пригородной зоны мегаполиса:

- совершенствование имеющихся звеньев;
- формирование отсутствующих звеньев;
- развитие институциональной инфраструктуры.

Поставкой сельскохозяйственной продукции и продовольствия в Астану, а также его хранением, промышленной переработкой, реализацией занимается продовольственный комплекс города, предприятия и организации которого имеют соответствующую материальную базу. Взаимодействие всех участников агропродовольственного комплекса Астанинской агломерации определено самой систе-

Таблица 3
ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ СХП ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ НА 01.01.2018 г., В СРЕДНЕМ

Table 3
Logistics costs of SKHP suburban areas on 01.01.2018, average calculations

Статьи бухгалтерского учета	Затраты на логистику	Доля в общем объеме себестоимости реализованной продукции, %
Сырье	Оплата посреднику	6,9
Электроэнергия	Электроэнергия на перемещение	0,5
Затраты на реализацию	Транспортировка	3,5
	Складирование и хранение	2,5
Административные	Проверка продукции	1,1
	Обслуживание платежей	1,5
	Другие виды	2,0
Итого		18,0

мой продовольственного обеспечения населения. Инфраструктура агропродовольственного рынка представлена складскими комплексами, базами, хранилищами, хладокомбинатами, таможенными терминалами.

Уделяя внимание второму направлению развития инфраструктуры АПК, следует отметить, что сегодня вообще отсутствуют в оптовом звене Астаны такие элементы, как оптово-распределительный центр, производственно-логистический центр, мультимодальный индустриально-логистический парк.

В рамках развития институциональной инфраструктуры агропродовольственного комплекса пригородной зоны Астаны существует острая необходимость своевременного создания механизма внутренней продовольственной помощи (ВПП) нуждающимся слоям населения. Важнейший инфраструктурный проект в рамках программы ВПП – это создание оптово-распределительных центров (ОРЦ). В целях расширения возможностей по сбыту сельскохозяйственной и переработанной продукции необходимо создание оптово-распределительных центров (ОРЦ) для формирования крупных партий продовольствия и распределения их на рынке Астаны. Аналогов ОРЦ в Казахстане в настоящее время пока не имеется. Мировая практика предусматривает реализацию такого рода проектов на долгосрочной основе до 40 лет. Наиболее приемлемым для Казахстана, как и для России, признан опыт работы оптовой торговли продуктами питания Испании. В 60-е годы прошлого века была со-

здана «Mercasa» – предприятие оптовой торговли государственной формы собственности. В Японии, США, Франции, Германии и других странах с развитой экономикой осуществляется государственное регулирование деятельности предприятий оптовой торговли с функцией распределения. Деятельность поставщиков продовольствия лицензируется строго Министерством сельского хозяйства, а деятельность оптовых покупателей – местными органами государственной власти. В большинстве стран ОРЦ, созданные как товаропроводящие объекты инфраструктуры для реализации скоропортящейся продукции, решают не только экономические проблемы, но и проблемы социального (социальные сегменты ОРЦ) и политического (экспортные сегменты ОРЦ) характера. Показателен опыт таких стран, как Польша и Россия. Во многих областях России уже действуют пилотные проекты по созданию и функционированию ОРЦ и ПЛЦ [25]. Продовольствие требует такой товаропроводящей сети, которая обеспечивает быстрый, качественный режим транспортировки и доставки до потребителя. Следует отметить, что ОРЦ и ПЛЦ упорядочивают технологическую цепочку движения продовольствия от товаропроизводителя до потребителя, обеспечивают равные условия поставщикам продовольствия для сбыта продукции, при этом они поддерживают конкурентную среду [25]. В то же время существуют проблемы дальнейшего развития ОРЦ, связанные с глобализацией экономических отношений на мировом рынке, например объ-

единением зарубежных торговых компаний между собой.

Создание ОРЦ в Казахстане должно стать одним из приоритетных направлений аграрной политики, так как решение проблемы сбыта продукции и формирования современных хозяйственных связей между товаропроизводителями и потребителями является важнейшей задачей в государстве. Отличительной особенностью ОРЦ кроме торговли является использование современных ИКТ при формировании заявок потребителя, обработке, комплектации заказа и доставке продукции потребителю с минимальными издержками. По данным экспертных оценок, рынок логистических услуг в Казахстане не развит. По исследованиям АО «Казагромаркетинг», из-за отсутствия конкуренции в этой сфере логистические услуги в Казахстане в 1,3 раза дороже, чем в России и в 2,9 раз дороже, чем в странах Евросоюза. Доля логистических затрат сельхозтоваропроизводителей пригородной зоны Астаны показана в таблице 3.

Доля логистических издержек СХП в себестоимости реализованной продукции может достигать 20%.

Таким образом, при реализации стратегии ОРЦ и подходов с внедрением информационных технологий и инструментов ГЧП, можно решить две главные задачи: обеспечить продовольственную безопасность, стабилизировать цены на продукты питания, снизить логистические и транзакционные издержки СХП. Это условие достижимо путем строительства соответствующей инфраструктуры, обеспечивающей свободный доступ предприятий и организаций, что значительно сократит издержки. Поставки посредством создания ОРЦ решит проблему качества поставляемых товаров в учреждения социального питания и доступность госзаказа для производителей Астаны и пригорода. Если население увеличит потребление продуктов пригородного АПК, сельское хозяйство может значительно внести свой вклад в устойчивое развитие Астаны и ее пригородной зоны.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ состояния и динамики инфраструктуры агропродовольственного комплекса Астаны и пригородной зоны показал, что не решены общесистемные проблемы развития материально-технического обеспечения сельскохозяйственного производства как одного из основного звена инфраструктуры. Институты инфраструктуры продовольственного рынка

мегаполиса и пригородной зоны недостаточно развиты в сфере хранения, складского хозяйства, консалтинга и в других направлениях. В системе потребительских рынков ослаблена роль оптового звена, существует большое число посредников, а следовательно, увеличиваются розничные цены на основные продукты питания. Нами были проанализированы продуктовые цепочки товародвижения мяса и молока на агропродовольственном рынке Астаны. Выявлено, что действующие торговые каналы приводят к бесконтрольному удорожанию продовольственной продукции, так как каждый посредник увеличивает цену продуктов питания в среднем на 20%. Для расширения возможностей прямого взаимодействия местных сельхозпроизводителей и потребителей предлагаются альтернативные формы торговли.

В целях расширения возможностей по сбыту сельскохозяйственной и переработанной продукции, для формирования крупных партий продовольствия, распределения их на рынке Астаны и для экспорта необходимо создание оптово-распределительных центров. ОРЦ может стать важнейшим инфраструктурным объектом в рамках программы ВПП. Создание ОРЦ возможно и в структуре многофункционального индустриально-логистического парка. Предполагается следующий экономический эффект от реализации проекта создания ОРЦ: цены на продукты питания снизятся минимум на 15%, потери при транспортировке и хранении продтоваров – минимум на 20%, за счет оптимизации цепочки товародвижения доходы СХТП возрастут в среднем на 10%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтухов А.И., Дрокин В.В., Журавлев А.С. От стратегии обеспечения продовольственной независимости к стратегии повышения конкурентоспособности агропродовольственного комплекса // Экономика региона. 2016. Т. 12, № 3. С. 852–864. http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2016/September_2016/ERSeptember2016_852_864.pdf
2. Andrea Bonfiglio Chiodo, E. A Regional Impact Analysis of European Policies in Rural Areas. URL:<http://ecsocman>. http://hse.ru/data/135/673/1219/87EAAE_Bonfiglio_Chiodo.pdf
3. Антонюк В.С., Данилова И.В., Мительман С.А., Буликеева А.Ж. Управление социальной инфраструктурой регионов в системе инструментов повышения качества жизни населения регионов // Экономика региона.

2015. №3. С. 53–66. http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2015/September_2015/ERSeptember2015_53_66.pdf

4. Delgado, M., Porter, M., Stern, S. Defini Clusters of Related Industries // *Journal of Economic Geography*. 2015. № 3. P. 1-38. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbv017>.

5. Fujita, M. The evolution of spatial economics: from Thunen to the new economic geography / *The Japanese Economic Review* / - 2010. - Vol. 61, № 1. - P. 1 - 32.

6. Li, Y., Long, H., Liu, Y. (2015). Spatio-temporal pattern of China's rural development: A rurality index perspective. *Journal of Rural Studies*, vol. 38, april 01, 2015, pp. 12-26. URL:<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84922321671&origin=inward&txGid=6fe6483e84c431a381a>

7. Полешкина И.О. Оценка эффективности продовольственного обеспечения районов Крайнего Севера России // *Экономика региона*. 2018. Т. 14, № 3. С. 820–835. http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2018/September_2018/ERSeptember2018_820_835.pdf

8. Yormirzoev, M., Teuber, R., Baranov, D.S. (2017). Is Tajikistan a Potential Market for Genetically Modified Potatoes? *Economy of Region*, 2018, 14(1), pp. 216-226 http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2018/March_2018/ERMarch2018_216_226.pdf

9. Стукач, В.Ф. Инфраструктура: рыночные институты, социальная сфера села, производство: монография / В.Ф. Стукач, Л.В. Гришавина, Е.А. Астахова, В.С. Печевич [и др.]; под общ. ред. В.Ф. Стукача. Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2015. 276 с.

10. Stukach, V.F. Organic agriculture on soils of little use is the resource for internal food aid to the population / *From the Other Shore: London Journals in Economics, Marketing, Finance, Business and Innovation A Collection of Scientific Papers*, London, 2015. P. 23 -29/ DOI: 10.17809/05(2015)-03

11. Stukach V. Adapting to the obligations of WTO members in the sphere of food aid to the population: the creation of specific regional infrastructure in Russia: монография / V. Stukach, N Starovoitova // *Munich Personal RePEc Archive*. 2017. С. 196.

12. Римская декларация о всемирной продовольственной безопасности // *АПК: экономика, управление*. 1997. № 2. С. 3–6.

13. Лошкарева О.В. Современное состояние продовольственной безопасности в Республике Казахстан / О.В. Лошкарева, Г.А. Кожахметова // *Успехи современного естествознания*. 2015. № 1, ч. 5. С. 831–838.

14. Дарибеков С.С. Оценка продовольственной безопасности Республики Казахстан // *Вестник КарГУ*. 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://articlekz.com/article/13044>.

15. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017–2021 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mgov.kz/wp-content/uploads/2018/iul%27/23.07/gosprogramma%20ru.pdf>

16. Гриценко Г.М., Лукьянов А.Н. Институциональная среда развития регионального АПК: теоретический аспект // *Фундаментальные науки*. 2014. № 12, ч. 4. С. 794–798.

17. Кайгородцев А.А. Товаропроводящая система АПК как фактор продовольственной безопасности Казахстана // *Современный научный вестник*. 2006. № 2. С. 28–32.

18. Киреенко Н.В. Развитие инфраструктуры и логистического обеспечения агропродовольственного рынка стран Евразийского экономического союза // *Вестник Белорус. гос. экон. ун-та*. 2016. № 5 (118). С. 6–17.

19. Котова Л.Г. Продовольственная безопасность страны / Л.Г. Котова, О.Н. Сафонова // *Аграрная наука*. 2012. № 12. С. 2–4.

20. Крапчина Л.Н. Продовольственная безопасность в условиях глобализации: пути сохранения и повышения / Л.Н. Крапчина, Л.Г. Котова // *Продовольственная политика и безопасность*. 2014. № 1, т. 1. С. 53–66.

21. Киселев С.В. Тенденции и проблемы развития агропродовольственных рынков в России / С.В. Киселев // *Развитие агропродовольственного рынка в России: проблемы теории и практики: материалы круглого стола в рамках конф. «Ломоносовские чтения»*. М.: ТЕИС, 2008. 239 с.

22. Кундиус В.А., Киселева М.А. Агропродовольственный комплекс: понятие, сущность и значение в обеспечении продовольственной безопасности России // *Вестник Алт. гос. аграр. ун-та*. 2004. № 3. С. 40–45.

23. Папело В.Н. Продовольственное самообеспечение регионов и развитие сельских территорий / В.Н. Папело Б.А. Ковтун // *АПК: экономика, управление*. 2016. № 2. С. 72–80.

24. Косинский П.Д., Бондарева Г. Методика прогнозирования потребления продуктов питания // *Экономист*. 2014. № 8. С. 73–82.

25. Старовойтова Н.П., Стукач В.Ф. Инфраструктура социального питания // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 8–5. С. 1149–1152.

REFERENCES

1. Altuhov A.I., Drokin V.V., ZHuravlev A.S. Ot strategii obespecheniya prodovol'stvennoj nezavisimosti k strategii povysheniya konkurentosposobnosti agroprodovol'stvennogo kompleksa [From the strategy of ensuring food independence to the strategy of increase in competitiveness of the agro-food complex]. *Ekonomika regiona*, 2016, T. 12, no 3, pp. 852–864. http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2016/September_2016/ERSeptember2016_852_864.pdf
2. Andrea Bonfiglio Chiodo, E. A Regional Impact Analysis of European Policies in Rural Areas. URL: <http://ecsocman>. http://hse.ru/data/135/673/1219/87EAAE_Bonfiglio_Chiodo.pdf.
3. Antonyuk V.S., Danilova I.V., Mitel'man S.A., Bulikeeva A.ZH. Upravlenie social'noj infrastrukturoj regionov v sisteme instrumentov povysheniya kachestva zhizni naseleniya regionov [Management of social infrastructure of regions in the system of improvement of life quality for the region population]. *Ekonomika regiona*, 2015, no 3, pp. 53–66. http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2015/September_2015/ERSeptember2015_53_66.pdf
4. Delgado, M., Porter, M., Stern, S. Defini Clusters of Related Industries. *Journal of Economic Geography*. 2015, no 3, pp. 1–38. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbv017>.
5. Fujita, M. The evolution of spatial economics: from Thunen to the new economic geography. *The Japanese Economic Review*. 2010, Vol. 61, no 1, pp. 1 – 32.
6. Li, Y., Long, H., Liu, Y. (2015). Spatio-temporal pattern of China's rural development: A rurality index perspective. *Journal of Rural Studies*. vol. 38, april 01, 2015, pp. 12–26. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84922321671&origin=inward&txGid=6fe6483e84c431a381a>
7. Poleshkina I.O. Ocenka ehffektivnost prodovol'stvennogo obespecheniya rajonov Krajnego Severa Rossii [Assessment of efficienc of food supply of the region of the Far North of Russia]. *Ekonomika regiona*. 2018, T. 14, no 3. pp. 820–835. http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2018/September_2018/ERSeptember2018_820_835.pdf
8. Yormirzoev, M., Teuber, R., Baranov, D.S. (2017). Is Tajikistan a Potential Market for Genetically Modified Potatoes? *Economy of Region*, 2018, 14(1), pp. 216–226. http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2018/March_2018/ERMarch2018_216_226.pdf
9. Stukach, V.F. *Infrastruktura: rynochnye instituty, social'naya sfera sela, proizvodstvo* [Infrastructure: market institutes, the social sphere I have sat down, production]. Omsk, Izd-vo FGBOU VPO OmGAU im. P.A. Stolypina, 2015. 276 p.
10. Stukach, V.F. Organic agriculture on soils of little use is the resource for internal food aid to the population / From the Other Shore: London Journals in Economics, Marketing, Finance, Business and Innovation A Collection of Scientific Papers, London, 2015. P. 23 –29/ DOI: 10.17809/05(2015)-03.
11. Stukach V. Adapting to the obligations of WTO members in the sphere of food aid to the population: the creation of specific regional infrastructure in Russia. Munich Personal RePEc Archive. 2017. 196 p.
12. Rinskaya deklaraciya o vseмирnoj prodovol'stvennoj bezopasnosti [Rome Declaration on the global food security] *APK: ekonomika, upravlenie*, 1997, no 2, pp. 3–6.
13. Loshkareva O.V. Sovremennoe sostoyanie prodovol'stvennoj bezopasnosti v Respublike Kazakhstan [Current state of food security in the Republic of Kazakhstan] *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2015, no 1, p. 5, pp. 831–838.
14. Daribekov S.S. Ocenka prodovol'stvennoj bezopasnosti Respubliki Kazakhstan [Assessment of food security of the Republic of Kazakhstan]. *Vestnik KarGU*, 2016, [Elektronnyj resurs]. Available at: <https://articlekz.com/article/13044>.
15. Gosudarstvennaya programma razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazakhstan na 2017–2021 gg. [Elektronnyj resurs]. Available at: <http://mgov.kz/wp-content/uploads/2018/iul%27/23.07/gosprogramma%20ru.pdf>
16. Gricenko G.M., Luk'yanov A.N. Institucional'naya sreda razvitiya regional'nogo APK: teoreticheskij aspekt [Institutional environment of development of regional agrarian and industrial complex: theoretical aspect]. *Fundamental'nye nauki*, 2014, no 12, p. 4, pp. 794–798.
17. Kajgorodcev A.A. Tovaroprovodyashchaya sistema APK kak faktor prodovol'stvennoj bezopasnosti Kazakhstana [Commodity distribution system of agrarian and industrial complex as factor of food security of Kazakhstan]. *Sovremennyy nauchnyj vestnik*, 2006, no 2, pp. 28–32.
18. Kireenko N.V. Razvitie infrastruktury i logisticheskogo obespecheniya

agroprodovol'stvennogo rynka stran Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza [Development of infrastructure and logistic ensuring the agrofood market of the countries of the Eurasian Economic Union]. *Vestnik Belorus. gos. ekon. un-ta*, 2016, no 5 (118), pp. 6–17.

19. Kotova L.G., Safonova L.G. Prodovol'stvennaya bezopasnost' strany [Food security of the country] *Agrarnaya nauka*, 2012, no 12, pp. 2–4.

20. Krapchina L.N., Kotova L.G. Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyah globalizatsii: puti sohraneniya i povysheniya [Food security in the conditions of globalization: ways of preservation and increase]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'*, 2014, no 1, v. 1, pp. 53–66.

21. Kiselev S.V. Tendencii i problemy razvitiya agroprodovol'stvennykh rynkov v Rossii [Tendencies and problems of development of the agro-food markets in Russia]. *Razvitie agroprodovol'stvennogo rynka v Rossii: problemy teorii i praktiki: materialy «Kruglogo stola» v ramkah konf. «Lomonosovskie chteniya»*. M.: TEIS, 2008, 239 p.

22. Kundius V.A., Kiseleva M.A. Agroprodovol'stvennyj kompleks: ponyatie, sushchnost' i znachenie v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii [Agrofood complex: concept, essence and value of ensuring food security]. *Vestnik Alt. gos. agrar. un-ta*, 2004, no 3, pp. 40–45.

23. Papelo V.N., Kovtun B.A. Prodovol'stvennoe samoobespechenie regionov i razvitie sel'skih territorij [Food self-sufficiency of regions and development of rural territories]. *APK: ekonomika, upravlenie*, 2016, no 2, pp. 72–80.

24. Kosinskij P.D., Bondareva G. Metodika prognozirovaniya potrebleniya produktov pitaniya [Technique of forecasting of consumption of food]. *Ekonomist*, 2014, no 8, pp. 73–82.

25. Starovojtova N.P., Stukach V.F. Infrastruktura social'nogo pitaniya [Infrastructure of social food]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, no 8–5, pp. 1149–1152.

Поступила 09.11.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Задворнева Евгения Павловна – старший преподаватель кафедры экономики Казахского агротехнического университета им.С.Сейфуллина (010011, Республика Казахстан, г. Астана, пл. Победы, 62).

Зинич Алла Владимировна – канд. экон. наук, доц., ORCID ID: 0000-0003-2265-5633, Scopus Author ID 7191881037, SPIN-код (РИНЦ): 9586-8823, ResearcherID: L-5952-2016. ФГБОУ ВО Омский ГАУ, доц. кафедры менеджмента и маркетинга (г. Омск, Институтская пл., 1. e-mail av.zinich@omgau.org).

Евдохина Ольга Семеновна – канд. экон. наук, доц., ORCID ID: 0000-0002-2967-6130, SPIN-код (РИНЦ): 6130-9558, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, доц. кафедры менеджмента и маркетинга (г. Омск, Институтская пл., 1. e-mail os.evdokhina@omgau.org).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zadvorneva Evgenija – Senior Lecturer, Economics Department, Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin.

Zinich Alla – Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor, Management and Marketing Department, Omsk State Agricultural University, Scopus Author ID: 7191881037, SPIN-Code: 9586-8823, Researcher ID: L-5952-2016, (e-mail av.zinich@omgau.org, 89136677385).

Evdokhina Olga – Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor, Management and Marketing Department, Omsk State Agricultural University, ORCID ID: 0000-0002-2967-6130, SPIN-Code: 6130-9558.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Задворнева Е.П. Определены перспективы развития конкурентных преимуществ оптово-распределительных центров как необходимых объектов инфраструктуры агропродовольственного комплекса пригородной зоны мегаполиса, их роль в формировании современной институциональной среды пригородного АПК, предложен механизм реализации внутренней продовольственной помощи (ВПП) нуждающимся слоям населения посредством создания оптово-распределительных центров (ОРЦ).

Зинич А.В. Выявлен потенциал предприятий оптово-розничной торговли, определены перспективы и возможности создания оптово-распределительных центров.

Евдохина О.С. Проанализированы тенденции развития пригородного АПК города Астаны, определены перспективы и возможности создания оптово-распределительных центров.

AUTHORS CONTRIBUTION

Zadvorneva E. The prospects for the development of competitive advantages of the wholesale distribution centers as necessary infrastructure facilities of the metropolis suburban agro-food complex, their role in shaping the modern institutional environment of the suburban

agro-industrial complex are identified. The mechanism for implementing domestic food aid to the needy population through the creation of wholesale distribution centers is proposed.

Zinich A. The potential of the wholesale and retail trade enterprises is identified. The prospects and possibilities for creating wholesale distribution centers are determined.

Evdokhina O. The development trends of Astana suburban agricultural complex are analyzed. The prospects and possibilities for creating wholesale distribution centers are identified.

МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА

*А.А. Кораблева¹, А.Г. Бреусова²

¹Омский научный центр СО РАН, г. Омск, Россия;

²ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского», г. Омск, Россия

*aakorableva@bk.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Статья посвящена моделированию организационно-экономического взаимодействия между территориальными единицами муниципального и регионального уровня. В работе проведены оценка динамики экономической безопасности муниципальных районов Омской области и анализ полномочий и проблем стратегического управления муниципального развития, представлена авторская кросс-функциональная модель регионального взаимодействия. Показана роль муниципального партнерства в процессе регионального взаимодействия.

Материалы и методы. На основании данных Федеральной службы государственной статистики рассчитаны индексы экономической безопасности муниципальных районов Омской области в социальной, экономической, финансовой сферах и интегральный индекс. С помощью метода кросс-функционального моделирования бизнес-процессов сформирована авторская организационно-экономическая модель регионального взаимодействия.

Результаты и обсуждение. Необходимость активизации регионального взаимодействия в Омской области обоснована результатами оценки основных индикаторов экономической безопасности муниципальных образований и их динамики. Анализ действующих форм взаимодействий между муниципальными образованиями: ассоциации муниципальных образований в Омской области, совместных совещаний региональной и муниципальной власти по стратегическим и текущим проблемам территорий – показал их формальность, декларативность и необходимость формализации «вертикальных» и межмуниципальных процессов стратегического управления экономическим развитием и безопасностью.

Заключение. В основе обеспечения экономической безопасности региона находятся процессы организации регионального взаимодействия. Для этого необходима организационно-экономическая модель, отражающая роли субъектов этих процессов, в том числе муниципального партнерства, последовательность их действий и ключевые индикаторы. Разработанная модель регионального взаимодействия может стать основой формирования системы и организационно-экономического механизма управления экономической безопасностью региона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономическая безопасность, региональное взаимодействие, муниципальное образование, стратегическое управление, моделирование процессов.

Работа выполнена по государственному заданию ОНЦ СО РАН в соответствии с Программой ФНИ ГАН на 2013-2020 годы по направлению XI.174, проект № XI.174.1.7 (номер госрегистрации в системе ЕГИСУ НИОКТР АААА-А17-117041210229-2).

© А.А. Кораблева, А.Г. Бреусова



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

REGIONAL INTERACTION MODEL AS AN INSTRUMENT FOR STRATEGIC MANAGEMENT OF THE REGION ECONOMIC SECURITY

*A.A. Korableva¹, A.G. Breusova²

¹OSC SB RAS, Omsk, Russia

²Omsk State University named after F.M. Dostoevsky, Omsk, Russia

*aakorableva@bk.ru

ABSTRACT

Introduction. The paper deals with modeling of organizational-economic interaction between territorial units of municipal and regional level. Dynamic of the economic security indicators of municipal areas in the Omsk region is presented, problems of strategic management of municipal development are analyzed, the author's cross-functional model of regional interaction is presented. In addition, the role of municipal partnership in the process of regional interaction is shown.

Materials and methods. The indices of economic security of the municipal entities in the Omsk region in the social, economic, financial spheres and the integrated index are calculated. Using the method of cross-functional modeling of business processes, the authors' organizational and economic model of regional interaction has been formed.

Results. Negative results of the assessment of the main indicators of the municipalities' economic security show that it is necessary to develop regional cooperation in the Omsk region. Currently, there are such forms of interaction between municipalities as associations of municipalities in the Omsk region, joint meetings of regional and municipal authorities on strategic and current problems of the territories. But these forms of interaction are formal. The authors come to the conclusion that it is necessary to organize "vertical" and intermunicipal processes of strategic management in economic development and security.

Discussion and conclusion. There are processes of organizing regional interaction on the basis of ensuring the economic security of the region. It requires an organizational and economic model that reflects the roles of the municipals in these processes, including the municipal partnership, the sequence of their actions and key indicators. Accordingly, the developed model of regional interaction could become the basis for the formation of the system and the organizational and economic mechanism for managing the economic security of the region.

KEYWORDS: economic security, regional interaction, municipal formation, strategic management, process modeling.

The research was carried out according to the state task.

© A.A. Korableva, A.G. Breusova



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года (далее Стратегия) Правительство Российской Федерации должно разработать меры организационного, нормативно-правового и методического характера, необходимые для реализации Стратегии, и обеспечить их выполнение¹. Для решения поставленных в Стратегии задач региональные и муниципальные органы власти консолидируют свои усилия путем регионального взаимодействия.

Региональное взаимодействие понимается авторами как взаимосвязанная и институционально закреплённая деятельность органов региональной власти и местного самоуправления, направленная на совместное комплексное решение проблем функционирования и развития территорий. В контексте исследуемой проблематики эта деятельность должна быть ориентирована на максимизацию социально-экономических эффектов и обеспечение экономической безопасности муниципальных образований и региона в целом. Она предполагает наличие таких субъектов, как регион и входящие в него муниципальные образования, между которыми организуется сотрудничество.

Региональное взаимодействие может быть «горизонтальным» (между муниципальными образованиями одного уровня) и «вертикальным» (между муниципальными образованиями разного уровня, между муниципальными образованиями и регионом). Такому пониманию близко определение межтерриториального сотрудничества, изложенное в работе Д.А. Гайнанова, Р.Ф. Гатауллиной, А.Г. Атаевой и др., – это «сформированные взаимодействия между двумя или более территориальными социально-экономическими системами любого таксономического уровня, направленные на решение конкретных проблем и затрагивающие агрегированные интересы экономических агентов территорий, реализуемые посредством применения методов государственного и/или муниципального управления (регулирования экономики)» [1]. Однако единой терминологии среди различных исследователей и практиков нет, например, А.А. Жабров приравнивает понятия межтерриториального и межмуниципального сотрудничества [2]. Несмотря на различия в подобных формулировках

их объединяет наличие единой для нескольких территорий задачи, институциональных и организационно-управленческих компонент.

Цель данной работы – предложить модель регионального взаимодействия, отражающую процессы управления экономической безопасностью муниципальных образований на примере Омской области. Для этого необходимо оценить уровень экономической безопасности муниципальных районов Омской области, рассмотреть полномочия муниципальных органов управления, исследовать имеющиеся научные разработки в части моделирования регионального взаимодействия.

Для построения модели регионального взаимодействия следует определить возможные элементы такой модели и подходы к её формированию. Подобные исследования находят отражения в научных публикациях. О.В. Мирнова при моделировании системы межмуниципального сотрудничества использует четыре группы элементов – цели, институты, ресурсы и результаты [3]. Г.М. Самостроенко и В.А. Мирнова исследуют методы обеспечения межмуниципального сотрудничества [4]. В группу ресурсного обеспечения они относят финансовое, информационное, кадровое и материальное обеспечение. В группу процессного обеспечения – организационное, нормативно-правовое и маркетинговое обеспечение. Кроме того, авторы предлагают выделять базовые (зависящие от цели конкретной деятельности), дополняющие и поддерживающие методы, расположенные иерархически по значимости.

Многие авторы акцентируют внимание на том, что межмуниципальное сотрудничество должно опираться на конкретные проекты [5, 6]. В статье С.Г. Зырянова, О.П. Иванова, С.С. Гордеева разрабатывается типовая организационная структура, схемы финансирования и контроля реализации межмуниципального проекта на основе Соглашения о сотрудничестве и совместной деятельности [7]. При этом к участникам соглашения относятся федеральные, региональные, муниципальные органы власти, коммерческие структуры, общественные организации и население.

Проблемы оценки и обеспечения экономической безопасности территорий находятся в поле внимания не только отечественных, но и зарубежных авторов. Многие из них рассматривают отдельные, очень узкие направления экономической безопасности, например, про-

¹ Указ Президента РФ от 13.05.2017 № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 15.08.2018 г.).

блему снижения реальных доходов домашних хозяйств из-за личных расходов на медицинское обслуживание [8]. Другие ученые видят эту тему в широком аспекте: в свете воздействия угроз и последствий глобальных и международных финансовых кризисов, экономического спада темпов роста ВВП, неблагоприятных изменений обменных курсов, нестабильности уровня цен и наращивания государственного долга [9, 10].

Для обеспечения экономической безопасности организуется региональное взаимодействие. Так, М. Жерар, Х. Джайет, С. Пати и другие изучают вопрос налогового взаимодействия между муниципалитетами [11]. Отдельные статьи посвящены межграничному сотрудничеству муниципальных образований [12]. Д. Лиддо и М. Дж. Гиуранно обращают внимание на тот факт, что межведомственное сотрудничество может снизить эффективность конкуренции на соответствующих территориях [13]. Но значительная доля публикаций касается решения экологических проблем: Дж. Белл и М. Мур исследуют влияние межмуниципального сотрудничества и приватизации на стоимость доставки городских услуг по утилизации твердых отходов в сельской местности [14]; Т. Миядзаки и М. Сато проводят эмпирические исследования по стратегическому взаимодействию между правительствами муниципалитетов в отношении аварийных отходов после землетрясения в Японии в 2011 году [15]. Авторы из Китая изучают процессы взаимодействия между местными органами власти страны в области обеспечения общественного зеленого пространства [16]. Статья М. Фернандеса-Кампо, Б. Родригеса-Моралеса и др. посвящена исследованию влияния сбора урожая для производства биоэнергии на экосистемы муниципалитетов в Норвегии [17].

В России и за рубежом целеполагание и деятельность по достижению задач регионального и муниципального социально-экономического развития взаимосвязаны и взаимообусловлены. На уровне региона определяется общий вектор развития территории и её составляющих, что закрепляется в документах стратегического характера. Муниципальные образования обеспечивают функционирование и развитие территорий, и это проявляется в деятельности хозяйствующих субъектов и предоставлении социальных услуг населению.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Чтобы обосновать необходимость активизации или организации регионального взаимодействия там, где его нет, рассмотрим тенденции социально-экономического развития муниципальных районов Омской области в контексте экономической безопасности. Нормированные (приведённые к безразмерному виду) индексы экономической безопасности муниципальных районов рассчитываются на основании перечня индикаторов и методики, изложенной в работах [18, 19] по трем сферам:

1) экономическая сфера:

- отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (без субъектов малого предпринимательства, на душу населения);

- продукция сельского хозяйства (на душу населения);

- оборот розничной торговли (без субъектов малого предпринимательства, на душу населения);

2) социальная сфера:

- среднемесячная заработная плата работников организаций;

- общая площадь жилых помещений (на душу населения);

- общий коэффициент естественного прироста;

- миграционный прирост (на 10 000 чел. населения);

3) финансовая сфера:

- инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства) (в % к «отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, без субъектов малого предпринимательства»);

- доходы местного бюджета, фактически исполненные (на душу населения).

Данный перечень нельзя считать исчерпывающим, ограничения накладывает отсутствие статистических данных в открытом доступе. Он может быть дополнен, например с учетом утвержденного перечня показателей для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов².

² Указ Президента РФ от 28.04.2008 N 607 (ред. от 04.11.2016) «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 20.08.2018 г.).

Таблица
ДИНАМИКА ИНДЕКСОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ФРАГМЕНТ
(РАССЧИТАНО АВТОРАМИ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ МУНИЦИПАЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ³)

Table
DYNAMICS OF THE ECONOMIC SAFETY INDEXES, FRAGMENT
(CALCULATED BY AUTHORS ON THE BASIS OF MUNICIPAL STATISTICS DATA³)

№	Муниципальные районы Омской области	Экономическая сфера		Социальная сфера		Финансовая сфера		Интегральный индекс	
		2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017
	Северная экономическая зона								
1	Большереченский	0,78	0,76	0,95	0,92	1,10	1,01	0,95	0,90
2	Большеуковский	0,68	0,56	0,93	0,91	0,92	0,84	0,84	0,77
3	Горьковский	0,96	0,76	1,00	0,96	0,86	0,95	0,94	0,89
	Центральная экономическая зона								
4	Азовский немецкий национальный	1,08	0,99	1,08	1,03	0,87	0,93	1,01	0,98
5	Исилькульский	1,01	1,01	0,99	0,95	0,83	0,87	0,94	0,94
6	Калачинский	1,20	1,19	1,03	0,99	0,55	0,54	0,93	0,91
	Южная экономическая зона								
7	Нововаршавский	0,89	0,97	1,02	0,97	0,79	0,82	0,90	0,92
8	Одесский	0,92	0,99	1,03	0,99	1,04	0,80	1,00	0,93
9	Павлоградский	1,08	1,15	0,93	0,95	0,84	0,91	0,95	1,00

При оценке экономической безопасности полученные индексы сравниваются с единицей. Значение индекса больше единицы свидетельствует о безопасном уровне развития территории. Если индекс ниже единицы, то можно говорить о низком уровне экономической безопасности.

Для выявления тенденций социально-экономического развития Омской области на местном уровне была проведена оценка индикаторов экономической безопасности входящих в неё 32 муниципальных районов в фактических и сопоставимых ценах за период 2014 – 2017 гг. В качестве пороговых значений по каждому индикатору приняты средние значения этих индикаторов за 2014 г. Некоторые выявленные тенденции развития муниципальных районов Омской области в контексте экономической безопасности представлены в таблице, где для денежных индикаторов расчеты проведены в сопоставимых ценах 2014 года.

Согласно полученным результатам муниципальных районов южной экономической зоны Омской области в экономической и социальной сферах демонстрируют лучшую динамику по сравнению с северными территориями ре-

гиона. Однако в целом видны преобладания негативных тенденций социально-экономического развития муниципальных районов Омской области. Только у Павлоградского района интегральный индекс экономической безопасности в 2017 г. находится на уровне порогового значения (равен единице). В этой связи возникает необходимость поиска способов консолидации организационных и финансовых ресурсов муниципальных районов для создания благоприятных условий социально-экономического развития территорий и обеспечения их экономической безопасности.

Основной проблемой муниципальных районов в России является недофинансирование средств, поступающих из федерального и областного бюджета, которых зачастую не хватает даже для обеспечения показателей текущей деятельности муниципалитетов. При том что требования населения к качеству жизни растут, на уровне муниципальных районов сложно обеспечить не только комфортные условия проживания, социальные гарантии, инфраструктуру современного уровня, но и наличие рабочих мест, что ведёт к оттоку населения из сел, деревень и малых городов. Реалии рыночной экономики способствуют

³ База данных показателей муниципальных образований // Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst52/DBInet.cgi> (дата обращения 20.08.2018 г.).

тому, что экономически выгодными становятся лишь крупные муниципальные образования, аккумулирующие трудовые, экономические, финансовые ресурсы и способные выступить локомотивами развития территорий. Важнейшей компонентой для оптимизации данных процессов является региональное сотрудничество или взаимодействие.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Построение модели регионального взаимодействия следует начать с анализа полномочий органов власти в сфере обеспечения экономической безопасности. Основные направления и требования к состоянию экономической безопасности территорий задаются федеральным центром. Обеспечение экономической безопасности предполагает переход к системе управления территорией, основанной на упреждении негативных процессов в сфере экономики. Для этого федеральный центр разрабатывает концепцию развития РФ⁴, определяет направления социально-экономической политики с учетом угроз экономической безопасности, проводит мониторинг социально-экономического развития регионов и устанавливает требования к обеспечению плановости и последовательности развития через 172-ФЗ «О стратегическом планировании в РФ»⁵, который и определяет перечень программных документов, задающих общие рамки развития территорий. Обеспечение экономической безопасности можно рассматривать как направление более общей политики регионального устойчивого развития, что подчеркивает системный характер разрабатываемых направлений обеспечения безопасности и необходимость координации усилий между всеми уровнями власти. Полномочия региона в сфере обеспечения экономической безопасности достаточно широки и включают в себя как регулирование экономической ситуации в

регионе через специализированные государственные программы, так и реализацию полномочий в социальной сфере от поддержки занятости, предоставления услуг, являющихся государственными гарантиями, до регулирования доходов малообеспеченных слоев населения. В распоряжении органов региональной власти достаточно широкий спектр инструментов: налоговые льготы, государственные гарантии, компенсация процентов по заемным средствам и лизинговым платежам, система грантовой поддержки, специальные инвестиционные контракты [20]. Использование этих инструментов требует расстановки приоритетов в экономической политике. Так, согласно 184-ФЗ⁶, к вопросам совместного ведения, финансирование которых осуществляется за счет средств субъектов РФ, относятся:

- поддержка сельскохозяйственного производства;
- организация и осуществление межмуниципальных инвестиционных проектов, а также инвестиционных проектов, направленных на развитие инфраструктуры;
- заключение внешнеэкономических соглашений субъекта РФ;
- установление, изменение и отмена региональных налогов и сборов и др.;
- реализация государственной политики в области торговой деятельности в регионе;
- организация и осуществление стратегического планирования в субъекте РФ.

Но 184-ФЗ не исчерпывает весь перечень полномочий регионов, к ним также относятся вопросы развития малого и среднего предпринимательства (209-ФЗ)⁷, поддержка промышленности (488-ФЗ)⁸. Весьма важной функцией региональной власти является возможность регулирования создаваемой добавленной стоимости в регионе через систему различных налоговых преференций, льгот и поддержки.

⁴ Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 10.02.2017) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 25.08.2018 г.).

⁵ Федеральный закон от 28.06.2014 N 172-ФЗ (ред. от 31.12.2017) «О стратегическом планировании в Российской Федерации» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 25.08.2018 г.).

⁶ Федеральный закон от 06.10.1999 № 184-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 25.08.2018 г.).

⁷ Федеральный закон от 24.07.2007 № 209-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 25.08.2018 г.).

⁸ Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ (ред. от 27.06.2018) «О промышленной политике в Российской Федерации» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 25.08.2018 г.).

В целом полномочия муниципальных органов власти в сфере экономической безопасности носят больше декларативный характер [21]. В соответствии с 131-ФЗ к сфере экономической безопасности можно отнести следующие вопросы местного значения:

- установление, изменение и отмена местных налогов и сборов;
- создание условий для развития сельскохозяйственного производства в поселениях, расширение рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, содействие развитию малого и среднего предпринимательства.

Проанализируем, возможно ли через выполнение данных вопросов регулировать экономическую ситуацию. К местным налогам и сборам относится земельный налог и налог на имущество физических лиц. Но за счет данных налогов невозможно регулирование экономического развития территории: льготы по налогу на прибыль, установление ставок по налогам, уплачиваемым на основе упрощенной системы налогообложения, виды деятельности по патентной системе налогообложения за счет расширения списка – это полномочия субъекта РФ. В связи с тем что земельный налог является местным, на территории муниципалитетов могут быть установлены послабления для организаций в виде снижения налоговой ставки [22]. Но такая форма поддержки недостаточна для работы с бизнесом. С точки зрения обеспечения экономической безопасности важны полномочия по перераспределению создаваемой добавленной стоимости. Анализ полномочий муниципальных органов власти позволяет выделить проблему невозможности регулирования создаваемого муниципальному продукта. То есть прямых полномочий по регулированию экономической ситуации, а значит и экономической безопасности органы местного самоуправления не имеют и находятся под влиянием решений, принимаемых федеральным центром и субъектом РФ. Но в то же время проводится ежегодная оценка эффективности муниципальных органов власти по индикаторам экономической, социальной сферы, инфраструктурным показателям в динамике за три года, которые позволяют выделить узкие места в управлении территорией [23]. Так, согласно упомянутому выше Указу Президента № 607 к экономическим показателям, оценка которых осуществляется в динамике, относятся: число субъектов малого и среднего предпринимательства в расчете на 10 тыс. человек населения; доля среднесписочной численности работников (без внешних

совместителей) малых и средних предприятий в среднесписочной численности работников (без внешних совместителей) всех предприятий и организаций.

Из анализа полномочий и показателей оценки экономического развития муниципального образования можно сделать вывод об использовании косвенных методов управления экономикой через личное взаимодействие главы и представителей бизнеса и ориентации на нефинансовые инструменты инвестиционной политики, такие как лоббирование муниципальных проектов на региональном (федеральном) уровне. Возможно и взаимодействие с бизнесом через обозначение администрацией направлений, востребованных в муниципальном образовании и в экономике в целом на перспективу. Данный вариант предполагает поиск возможных бизнес-партнеров под перспективные направления. В этом случае требуется проведение стратегического анализа экономики муниципального образования, региональных, российских и трендов международного уровня. Последний вариант, по нашему мнению, наиболее оптимален для территорий, но главный ограничивающий фактор реализации подобной практики заключается в отсутствии кадров необходимой квалификации в администрациях муниципальных образований. Можно говорить и о снижении административных барьеров как инструменте инвестиционной политики, что предполагает упрощение процедур ввода в эксплуатацию объектов и получение разрешительных документов на подключение к объектам коммунального комплекса через решение процедурных вопросов совместно с региональной властью, а также планирование пространственного развития в генеральных планах городских округов и схемах территориального планирования муниципальных районов.

Среди значимых полномочий, важных для регулирования социально-экономического развития, можно отметить полномочия в сфере стратегического планирования, предусмотренные в 172-ФЗ. Реализация полномочий предполагает разработку стратегий и планов по их реализации. Разработка данных программных документов не является обязательной для муниципальных районов и городских округов. Обязательным характером обладают муниципальные программы, на основе которых строится местный бюджет. Но отсутствие стратегических программных документов нарушает логику и последовательность в разработке муниципальных программ. Так, по

данным исследований за 2016 г., только 3 из 32 муниципальных районов Омской области имели стратегии развития, остальные районы ориентировались на комплексные программы [24]. Недостатком данного подхода является срок действия муниципальных программ и программ комплексного развития: программы комплексного развития были сформированы районами до 2016 г., а муниципальные программы до 2020 г. С 2017 г. изменения в 131-ФЗ упразднили комплексные программы как программный документ, ориентировав на требования 172-ФЗ, но сохранив добровольность в их использовании в практике территориального развития. В этом случае муниципалитеты зависимы от установок региона, поскольку реализация стратегии развития региона невозможна без включения в эту деятельность муниципальных районов и городских округов.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Реальных полномочий по обеспечению экономической безопасности муниципалитеты не имеют, поэтому эти направления не выражены в муниципальных программах. В качестве мероприятий в программах приведены, как правило, мероприятия по развитию предпринимательства и поддержке сельскохозяйственного производства через предоставление грантов. Но при этом муниципальные образования заинтересованы в сохранении численности населения и обеспечении стабильного социально-экономического положения муниципальных образований. Субъекты РФ заинтересованы в пропорциональном комплексном развитии территории и включении имеющегося потенциала муниципальных районов в воспроизводственный процесс региона. Также регионы заинтересованы в сбалансированной системе расселения населения, которая возможна только через формирование на территории региона нескольких центров или территорий второго уровня агломерации (создание агломераций на уровне городских поселений и включение в эту систему сельских поселений наравне с формированием агломерации первого уровня на базе областных (краевых, республиканских) центров)⁹. Надо отметить и низкий уровень финансовой базы муниципалитетов в РФ [25], ввиду чего создание инфраструктуры (например дорог) для поддержки приоритетных проектов за счет

бюджетных средств муниципалитетов – практически недоступный для них инструмент. Высокая потребность в инвестициях в условиях дефицита средств актуализирует задачу расстановки приоритетов и поиска партнеров как среди территорий-соседей, так и бизнес-групп. Решение задачи экономической безопасности связано с ориентацией на потребности бизнеса. Поэтому для работы с бизнесом необходимо учитывать и его интересы исходя из полномочий органов власти. Объединение усилий муниципалитетов, находящихся в схожих условиях, позволит расставить приоритеты, создать муниципальную архитектуру, привлекательную для инвесторов, расширить рынки сбыта за счет инфраструктурного обустройства на основе общих интересов и проблем муниципальных образований. Объединение усилий муниципалитетов возможно за счет организации взаимодействия и формирования союзов муниципалитетов. В связи с чем актуален вопрос о разработке модели взаимодействия на региональном уровне с целью обеспечения экономической безопасности территории.

Основываясь на проведенном исследовании, определим основные субъекты модели, к которым отнесем: федеральный центр, субъект РФ, муниципальные образования – муниципальные районы/городские округа. Городские, сельские поселения, внутригородские муниципальные образования в систему вписываются через муниципальные районы и городские округа, которые обладают более широкими полномочиями. Цель использования модели регионального взаимодействия – сформировать жизнеспособный экономический район, привлекательный для инвесторов.

Кроме субъектов важно определить процессы. Постановка цели обеспечения экономической безопасности и переход на устойчивое развитие муниципальных образований требует взаимодействия на региональном уровне, которое будет обеспечиваться через процедуру представления стратегии совместного развития муниципальных образований региональной комиссии и ее защиту с выделением приоритетных проектов и последующей разработкой дорожной карты. Соответственно субъект РФ, разрабатывая стратегию развития региона, учитывает либо актуализирует

⁹ Проект Стратегии пространственного развития России до 2025 года // Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/planning/sd/201817081> (дата обращения 03.09.2018 г.)

действующую стратегию с учетом выбранных приоритетных проектов муниципального партнерства.

С другой стороны, проекты муниципально-го партнерства отвечают требованиям стратегии региона и работают на индикаторы, обозначенные в ней. Состояние экономической безопасности оценивается через индикаторы, позволяющие, во-первых, провести оценку текущей ситуации, и, во-вторых, основываясь на индикативном планировании, определить требуемые корректировки направлений муниципальной политики с учетом разрабатываемых проектов развития. При этом проекты являются совместными для территорий партнерства. Совместные проекты – межмуниципальные проекты, реализуемые на территории нескольких муниципальных образований. В дальнейшем проекты лоббируются через специализированные федеральные ведомства, представляются потенциальным инвесторам.

Данные рассуждения обобщены в кросс-функциональной модели регионального взаимодействия на рисунке.

Союзы муниципальных образований можно разделить на 2 типа:

- создаваемые «снизу вверх» (при инициативе, исходящей непосредственно от муниципальных образований, находящихся в схожих условиях и имеющих общие проблемы);
- создаваемые регионом «сверху вниз» для решения проблем слаборазвитых муниципальных районов и синхронизации территориального развития близлежащих муниципальных образований.

Однако, если обратиться к 131-ФЗ, в РФ объединения муниципальных образований могут быть образованы только на добровольной основе. Возможен и такой вариант, как разработка совместной стратегии развития определенной группы районов без юридического закрепления объединения, в том числе и по инициативе субъекта РФ в этом процессе. В данном случае возникают трудности с объединением финансовых ресурсов и исполнением разработанной стратегии. Для успешной реализации партнерства важен интерес и понимание необходимости совместной деятельности каждого из участвующих в объединении муниципальных образований, что реализуется через активизацию процессов взаимодействия

в рамках добровольной инициативы территорий.

С точки зрения организации партнерства для снижения рисков и предсказуемости участия необходимо подписание соглашения о партнерстве и принятие решения о создании единого органа, принимающего решения относительно формирования общей стратегии развития муниципальных образований, вошедших в муниципальное партнерство. Организация и деятельность указанных объединений осуществляются в соответствии с требованиями Федерального закона от 12 января 1996 года № 7-ФЗ «О некоммерческих организациях»¹⁰. В модели взаимодействия единый орган представлен муниципальным агентством взаимодействия, которое структурно состоит из рабочих групп представителей администрации муниципальных образований, входящих в партнерство. Рабочие группы предлагается сформировать в рамках четырех направлений: инфраструктура, экономика, управление, социальная сфера. Работа муниципального агентства взаимодействия предполагает участие различных заинтересованных сторон, к которым относятся прежде всего бизнес, представители отраслевых сфер и активная часть населения, непосредственно участвующие в разработке стратегии через заседания рабочих групп. Реализация совместных проектов требует разработки механизма совместной реализации проектов и использования ресурсов, а также обсуждения совместных проектов. Весьма важная роль в структуре партнерства отводится координатору по планированию совместных проектов. Роль координатора может выполнять совет руководителей экономических подразделений администраций муниципальных образований, входящих в партнерство, а субъект РФ может оказывать методическую, консультационную и юридическую поддержку создаваемому партнерству.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ индикаторов экономической безопасности муниципальных районов Омской области показал отрицательную динамику. В этих условиях необходимы новые подходы к обеспечению безопасности территорий путем организации и активизации их взаимодействия. Несмотря на все очевидные преимущества

¹⁰ Федеральный закон от 12.01.1996 N 7-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «О некоммерческих организациях» // СПС «Консультант плюс» (дата обращения 25.08.2018 г.).

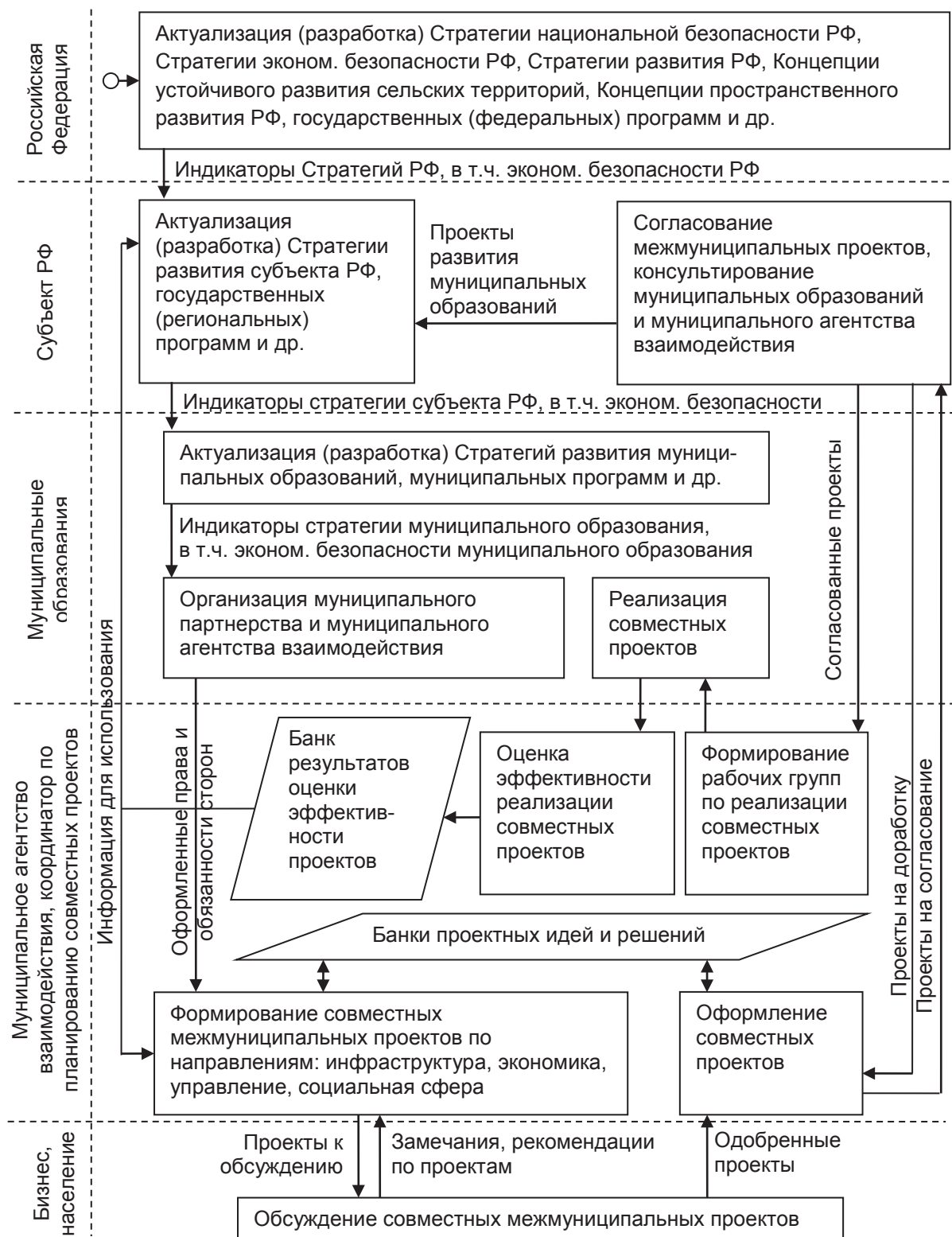


Рисунок – Кросс-функциональная модель регионального взаимодействия
(составлено авторами)

Figure – Cross-functional model of regional interaction
(compiled by the authors)

и потенциал региональное взаимодействие недостаточно используется в отечественной практике. В статье предложена модель регионального взаимодействия для обеспечения экономической безопасности территорий, направленная на достижение синергетического эффекта от совместной работы регионального правительства, муниципальных образований и предпринимательских структур. Объединение усилий муниципалитетов для обеспечения социально-экономического развития – одно из важных направлений, обеспечивающих привлечение новых партнеров и дополнительных финансовых ресурсов. Одним из вариантов решения задачи обеспечения развития является создание муниципальных партнерств, которые приводят к тому, что крупные территории становятся более активными игроками на глобальном рынке, продуцируют более масштабные проекты, имеют более понятные схемы развития транспортных путей и системы расселения, что позволяет влиять на экономическую безопасность территории. Для Омской области это означает возможность формирования агломераций второго уровня, обозначенных в Стратегии пространственного развития РФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Интегративное межтерриториальное взаимодействие в условиях экономических и политических вызовов: монография / под. общ. ред. Д.А. Гайнанова. Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. 168 с.
2. Жабров А.А. Межтерриториальное (межмуниципальное) взаимодействие как категория региональной экономики // Экономика и управление. 2011. № 12 (74). С. 29-32.
3. Миронова О.В. История и опыт формирования современной модели межмуниципального сотрудничества // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2014. № 1. С. 44-51.
4. Самостроенко Г.М., Миронова В.А. Методологические подходы к процессу обеспечения межмуниципального сотрудничества в России // Знание. 2017. № 12-3 (52). С. 86-91.
5. Миллер М.А. Закономерности и актуальные тенденции социально-экономического развития Омской области: пространственный аспект. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2017. № 6(58). С. 175-184.
6. Барменкова Н.А. Управление развитием системы межмуниципального сотрудничества в целях обеспечения устойчивого развития регионов Российской Федерации // Муниципальная академия. 2016. № 4. С. 30-35.
7. Зырянов С.Г., Иванов О.П., Гордеев С.С. Устойчивость регионального развития и практика межмуниципального взаимодействия // Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования. 2017. № 1 (1). С. 10-19.
8. Hacker J.S., Huber G.A., Nichols A., Rehm Ph., Schlesinger M., Valletta R., Craig S. The economic security index: a new measure for research and policy analysis // Review of Income and Wealth - Series 60. Supplement Issue, May 2014. pp. 5-32. DOI: 10.1111/roiw.12053
9. Ladysz I. The regional dimension of economic security in the age of globalisation using the example of the Lower Silesian Voivodship. // Research Papers of Wrocław University of Economics. 2014. No 334. pp. 118—127. DOI: 10.15611/pn.2014.334.11
10. Udrescu M.A., Barbu C.M., Ganea M. Influence of globalization upon economic security. // Annals of Eftimie Murgu University Resita, Fascicle II, Economic Studies. 2012, pp. 156-166.
11. Gérard M., Jayet H., Paty S. Tax interactions among Belgian municipalities: Do interregional differences matter? // Volume 40. Issue 5. September 2010. Pp. 336-342. DOI: 10.1016/j.regsciurbeco.2010.03.010
12. Magoulios G., Dimitriadis S., Kydros D. Inter-border Cooperation in the Area of Serres Prefecture and Consequences of the EU Bulgaria Accession – An Empirical Research // Procedia Economics and Finance. Volume 9. 2014. Pp. 3-13. DOI: 10.1016/S2212-5671(14)00003-3
13. Di Liddo G., Giuranno M.G. Asymmetric yardstick competition and municipal cooperation // Economics Letters. Volume 141. April 2016. Pages 64-66. DOI: 10.1016/j.econlet.2016.01.015
14. Bel G., Mur M. Intermunicipal cooperation, privatization and waste management costs: Evidence from rural municipalities // Waste Management. Volume 29. Issue 10. October 20. Pp. 2772—2778. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.06.002
15. Miyazaki T., Sato M. Empirical studies on strategic interaction among municipality governments over disaster waste after the 2011 Great East Japan earthquake. // Journal of the Japanese and International Economies. Volume 44. June 2017. Pp. 26-38. DOI: 10.1016/j.jjie.2017.03.001
16. Chen W.Y., Yong Hu F.Z., Li X. Hua J. Strategic interaction in municipal governments' provision of public green spaces: A dynamic spatial panel data analysis in transitional China // Cities. Volume 71. November 2017. Pp. 1—10. DOI: 10.1016/j.cities.2017.07.003

17. Fernandez-Campo M., Rodríguez-Morales B., Dramstad W. E., Fjellstad W., Diaz-Varela E.R. Ecosystem services mapping for detection of bundles, synergies and trade-offs: Examples from two Norwegian municipalities // *Ecosystem Services*. Volume 28. Part C. December 2017. Pp. 283—297.

18. Логинов К.К., Кораблева А.А., Карпов В.В. Экономическая безопасность регионов Сибирского федерального округа // *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. 2018. № 1 (31). С. 141-150.

19. Кораблева А.А., Шевелева О.Г. Тенденции развития муниципальных районов Омской области в контексте экономической безопасности: оценка с применением ГИС-технологий // *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета*. 2018. Т. 15. № 3 (61). С. 446-459.

20. Дударева А.Б., Полякова А.А., Сидорин А.А. Финансирование инвестиционных процессов на региональном уровне // *Вестник аграрной науки*. 2017. № 3 (66). С. 149-157.

21. Колодина Е.А. Исследование тенденций развития местного самоуправления в современной России // *Известия Байкальского государственного университета*. 2017. Т. 27. № 2. С. 162-170.

22. Колдина Д.А., Солнышкова Ю.Н. Основные проблемы регионального и местного налогообложения // *Вестник современных исследований*. 2018. № 5.2 (20). С. 203-206.

23. Пясецкая Е.Н. Особенности практики определения эффективности деятельности органов муниципальной власти // *Политика, экономика и инновации*. 2017. № 1 (11). С. 3.

24. Формирование и оценка эффективности муниципальных программ: теория и практика: коллективная монография / под общ. ред. В.В. Карпова, А.А. Кораблевой. Омск: ЛИТЕРА, 2016. 220 с.

25. Григорьева Е.Э., Гуляев П.В. Дифференциация бюджетной обеспеченности муниципальных образований региона // *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Экономика. Социология. Культурология*. 2018. № 2 (10). С. 6-14.

REFERENCES

1. *Integrativnoe mezhterritorial'noe vzaimodeistvie v usloviyakh ekonomicheskikh i politicheskikh vyzovov: Monografiya* [Integrative territorial interaction in the conditions of economic and political challenges: Monograph] / pod. obshch. red. D.A. Gainanova. Ufa: ISEI UNTs RAN, 2016. 168 p. (in Russian)

2. Zhabrev A.A. Mezhterritorial'noe (mezhmunitsipal'noe) vzaimodeistvie kak kategoriya regional'noi ekonomiki [Territorial (inter-municipal) interaction as a category of regional economy] // *Ekonomika i upravlenie*, 2011, no12 (74), pp. 29-32. (in Russian)

3. Mironova O.V. Istoriya i opyt formirovaniya sovremennoi modeli mezhmunitsipal'nogo sotrudnichestva [History and experience of forming a modern model of inter-municipal cooperation] // *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2014, no 1, pp. 44-51. (in Russian)

4. Samostroenko G.M., Mironova V.A. Metodologicheskie podkhody k protsessu obespecheniya mezhmunitsipal'nogo sotrudnichestva v Rossii [Methodological approaches to the process of ensuring inter-municipal cooperation in Russia] // *Znanie*, 2017, no 12-3 (52), pp. 86-91. (in Russian)

5. Miller M.A. Zakonomernosti i aktual'nye tendentsii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya omskoi oblasti: prostranstvennyi aspekt [Regularities and actual tendencies of social and economic development of the Omsk region: the spatial aspect] // *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta*, 2017, no 6(58), pp. 175-184. (in Russian)

6. Barmenkova N.A. Upravlenie razvitiem sistemy mezhmunitsipal'nogo sotrudnichestva v tselyakh obespecheniya ustoichivogo razvitiya regionov Rossiiskoi Federatsii [Management of the system of inter-municipal cooperation in order to ensure sustainable development of the regions in the Russian Federation] // *Munitsipal'naya akademiya*, 2016, № 4, pp. 30-35. (in Russian)

7. Zyryanov S.G., Ivanov O.P., Gordeev S.S. Ustoichivost' regional'nogo razvitiya i praktika mezhmunitsipal'nogo vzaimodeistviya [Sustainability of regional development and practice of inter-municipal cooperation] // *Nauchnyi ezhegodnik Tsentra analiza i prognozirovaniya*, 2017, no 1 (1), pp. 10-19. (in Russian)

8. Hacker J.S., Huber G.A., Nichols A., Rehm Ph., Schlesinger M., Valletta R., Craig S. The economic security index: a new measure for research and policy analysis // *Review of Income and Wealth - Series 60. Supplement Issue*, May 2014. pp. 5-32. DOI: 10.1111/roiw.12053

9. Ladysz I. The regional dimension of economic security in the age of globalisation using the example of the Lower Silesian Voivodship. // *Research Papers of Wrocław University of Economics*. 2014. No 334. pp. 118-127. DOI: 10.15611/pn.2014.334.11

- 10.Udrescu M.A., Barbu C.M., Ganea M. Influence of globalization upon economic security. // *Annals of Eftimie Murgu University Resita, Fascicle II, Economic Studies*. 2012, pp. 156-166.
- 11.Gérard M., Jayet H., Paty S. Tax interactions among Belgian municipalities: Do interregional differences matter? // *Volume 40. Issue 5. September 2010*. Pp. 336-342. DOI: 10.1016/j.regsciurbeco.2010.03.010
- 12.Magoulios G., Dimitriadis S., Kydros D. Inter-border Cooperation in the Area of Serres Prefecture and Consequences of the EU Bulgaria Accession – An Empirical Research // *Procedia Economics and Finance*. Volume 9. 2014. Pp. 3-13. DOI: 10.1016/S2212-5671(14)00003-3
- 13.Di Liddo G., Giuranno M.G. Asymmetric yardstick competition and municipal cooperation // *Economics Letters*. Volume 141. April 2016. Pages 64-66. DOI: 10.1016/j.econlet.2016.01.015
- 14.Bel G., Mur M. Intermunicipal cooperation, privatization and waste management costs: Evidence from rural municipalities // *Waste Management*. Volume 29. Issue 10. October 20. Pp. 2772–2778. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.06.002
- 15.Miyazaki T., Sato M. Empirical studies on strategic interaction among municipality governments over disaster waste after the 2011 Great East Japan earthquake. // *Journal of the Japanese and International Economies*. Volume 44. June 2017. Pp. 26-38. DOI: 10.1016/j.jjie.2017.03.001
- 16.Chen W.Y., Yong Hu F.Z., Li X. Hua J. Strategic interaction in municipal governments' provision of public green spaces: A dynamic spatial panel data analysis in transitional China // *Cities*. Volume 71. November 2017. Pp. 1-10. DOI: 10.1016/j.cities.2017.07.003
- 17.Fernandez-Campo M., Rodríguez-Morales B., Dramstad W. E., Fjellstad W., Diaz-Varela E.R. Ecosystem services mapping for detection of bundles, synergies and trade-offs: Examples from two Norwegian municipalities // *Ecosystem Services*. Volume 28. Part C. December 2017. Pp. 283-297.
- 18.Loginov K.K., Korableva A.A., Karpov V.V. Ekonomicheskaya bezopasnost' regionov Sibirskogo federal'nogo okruga [Economic security of the Siberian federal district] // *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya*, 2018, no 1 (31), pp. 141-150. (in Russian)
- 19.Korableva A.A., Sheveleva O.G. Tendentsii razvitiya munitsipal'nykh raionov Omskoi oblasti v kontekste ekonomicheskoi bezopasnosti: otsenka s primeneniem GIS–tekhnologii [Trends in the Development of the municipal districts in the Omsk region by the context of economic security: Assessment Using GIS Technologies] // *Vestnik SibADI*, 2018, T. 15, no 3 (61), pp. 446-459. (in Russian)
- 20.Dudareva A.B., Polyakova A.A., Sidorin A.A. Finansirovanie investitsionnykh protsessov na regional'nom urovne [Financing of investment processes at the regional level] // *Vestnik agrarnoi nauki*, 2017, no 3 (66), pp. 149-157.
- 21.Kolodina E.A. Issledovanie tendentsii razvitiya mestnogo samoupravleniya v sovremennoi Rossii [Research of trends in the development of local self-government in modern Russia] // *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, T. 27, no 2, pp. 162–170. (in Russian)
- 22.Koldina D.A., Solnyshkova Yu.N. Osnovnye problemy regional'nogo i mestnogo nalogooblozheniya [Main problems of regional and local taxation] // *Vestnik sovremennykh issledovaniy*, 2018, no 5.2 (20), pp. 203-06. (in Russian)
- 23.Pyasetskaya E.N. Osobennosti praktiki opredeleniya effektivnosti deyatel'nosti organov munitsipal'noi vlasti [Peculiarities of the practice of determining the effective ess of the activities of municipal authorities] // *Politika, ekonomika i innovatsii*, 2017, no 1 (11), pp. 3. (in Russian)
- 24.*Formirovanie i otsenka effektivnosti munitsipal'nykh programm: teoriya i praktika: kollektivnaya monografiya* [Formation and evaluation of the effectiveness of municipal programs: theory and practice: a collective monograph] / pod obshch. red. V.V. Karpova, A.A. Korablevoi. Omsk: LITERA, 2016. 220 p. (in Russian)
- 25.Grigor'eva E.E., Gulyaev P.V. Differentsiatsiya byudzhethnoi obespechennosti munitsipal'nykh obrazovaniy regiona [Differentiation of budgetary security of municipal formations of the region] // *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Ekonomika, Sotsiologiya. Kul'turologiya*, 2018, no 2 (10), pp. 6-14. (in Russian)
- Поступила 13.09.2018, принята к публикации 21.12.2018.**
- Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**
- Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.**

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кораблева Анна Александровна (Омск) – канд. экон. наук, ORCID ID: orcid.org/0000-0003-4453-9748, Scopus Author ID: 57199327604, Researcher ID: L-4304-2013, заведующий сектором методов исследования проблем развития регионов, Омский научный центр СО РАН (644010, Россия, Омск, пр. Карла Маркса, 15; e-mail: aakorableva@bk.ru).

Бреусова Анна Георгиевна (Омск) – канд. экон. наук, доцент, ORCID ID: orcid.org/0000-0003-2859-8799, Researcher ID: Q-3507-2018, доцент кафедры Региональной экономики и управления территориями ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского» (644077, г. Омск, пр. Мира, д. 55-А; e-mail: annabreusova@yandex.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Korableva Anna Aleksandrovna – Candidate of Economic Sciences, ORCID ID: orcid.org/0000-0003-4453-9748, Scopus Author ID: 57199327604, Researcher ID: L-4304-2013, Head of the Research Methods for Regional Development Sector, Omsk Scientific Center of SB RAS (644010, Russia, Omsk, 15, Karl Marks Ave., e-mail: aakorableva@bk.ru).

Breusova Anna Georgievna – Candidate of Economic Sciences, Docent, orcid.org/0000-0003-2859-8799, Researcher ID Q-3507-2018, Associate Professor of the Department of

Regional Economics and Territory Management, Dostoevsky Omsk State University (644077, Omsk, Mira Ave., 55-A, e-mail: annabreusova@yandex.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Кораблева А.А. Постановка исследовательской проблемы, обзор литературы, расчет и оценка индексов экономической безопасности. Формализация модели регионального взаимодействия с помощью кросс-функционального моделирования.

Бреусова А.Г. Анализ полномочий муниципальных образований и региональных органов власти. Разработка модели регионального взаимодействия. Описание роли муниципального партнерства в модели регионального взаимодействия.

AUTHOR CONTRIBUTION

Korableva A.A. Statement of the research problem, literature review, calculation and evaluation of economic security indices. Formalization of the regional interaction model using cross-functional modeling.

Breusova A.G. Analysis of the powers of municipalities and regional authorities. Development of the model of regional interaction. Description of the role of municipal partnership in the model of regional interaction.

УДК 339.9

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКИ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ПРОГРАММЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

*С.М. Хаирова^{1,2}, В.А. Ковалев², Б.Г. Хаиров^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

²Финансовый университет при Правительстве РФ,
г. Омск, Россия

³Лаборатория экономических исследований
Омской области ИЭОПП СО РАН, г. Омск, Россия

*saida_hairova@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Решение проблемы государственной финансовой поддержки товаропроизводителей, реализующих программы импортозамещения, становится актуальным в сложившейся экономической ситуации России. В статье кратко описаны варианты привлечения инвестиций в производственно-логистические кластеры.

Методы и материалы. В статье использовались методы синтеза и анализа, системного и сравнительного анализа, экспертных оценок, принципы построения экономико-организационных структур, проблемно-ориентированный и ситуационный подходы. Методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области управления макро- и мезологистикой в экономической системе.

Результаты. Представлена методика аналитического обоснования необходимости государственной финансовой поддержки товаропроизводителей, реализующих программы импортозамещения. Предложена модель управления в производственно-логистических кластерах для выявления оптимального варианта финансирования инвестиционных проектов.

Обсуждение. В статье предлагается сформировать производственно-логистические кластеры для инициативного привлечения инвестиций и поддержки отраслей народного хозяйства государством, на примере лесопромышленного комплекса. Обоснована необходимость создания территориально-инновационных кластеров на основе принципов государственно-частного партнерства.

Заключение. Сделан вывод о целесообразности формирования производственно-логистических кластеров с целью инициативного привлечения инвестиций и поддержки отрасли со стороны государств, так как инвестиционные риски не привлекают крупных инвесторов для развития лесопромышленного комплекса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: методика, государственная финансовая поддержка, товаропроизводитель, производственно-логистический кластер, программа импортозамещения, государственно-частное партнерство, лесопромышленный комплекс, экспорт, модель, инновации, инвестиции.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве РФ.

© С.М. Хаирова, В.А. Ковалев, Б.Г. Хаиров



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

METHODOLOGY OF THE ANALYTICAL SUBSTANTIATION OF STATE FINANCIAL SUPPORT NECESSITY TO THE MANUFACTURERS IMPLEMENTED IMPORT REPLACEMENT PROGRAMS

**S.M. Khairova^{1,2}, V.A. Kovalev², B.G. Khairov³*

¹Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia

²Financial University under the Government of the Russian Federation,
Omsk, Russia

³Laboratory of economic researches
Omsk region IEOPP of the Siberian Branch of the Russian Science Academy,
Omsk, Russia

*saida_hairova@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. Solving the problem of state financial support for commodity producers implementing import substitution programs is becoming relevant in the current economic situation in Russia. The paper briefly describes the options for attracting investment in production and logistics clusters.

Materials and methods. The paper uses the methods of synthesis and analysis, system and comparative analysis, expert assessments, principles for constructing economic and organizational structures, problem-oriented and situational approaches. The methodological basis of the study is the works of domestic and foreign scientists in the field of the macro- and mesologistics in the economic system.

Results. The technique of analytical substantiation of the state financial support for producers of import substitution programs is presented. A management model for production and logistics clusters to identify the best option for financing investment projects is proposed.

Discussion and conclusions. The paper proposes the formation of production and logistics clusters for the initiative to attract investment and support sectors of the national economy, for example, the timber industry complex. Moreover, the necessity of creating territorial innovation clusters based on the principles of public-private partnership is substantiated. The research demonstrates that it is expedient to form production and logistics clusters in order to proactively attract investments and to support the industry from the states since investment risks do not attract large investors for the development of the timber industry complex.

KEYWORDS: methodology, state financial support, commodity producer, production and logistics cluster, import substitution program, public-private partnership, timber industry complex, export, model, innovation, investment.

The article was prepared basing on the results of the research carried out at the budget funds expense and according to the state task of the Financial University.

© S.M. Khairova, V.A. Kovalev, B.G. Khairov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время преобладает ориентация на модификацию деловых связей поставщиков – производителей – потребителей в систему объединений или сетей. Объединения снижают затраты на взаимодействие компаний как между собой, так и с конечным потребителем. Эмпирической предпосылкой интеграции предприятий лесопромышленного комплекса (ЛПК) является не только недостаток собственных средств для достижения рентабельной деятельности отрасли, но и понимание перспектив реализации программы импортозамещения. Экспорт сырьевых ресурсов России является фактором интеграции в мировую экономику, но одновременно возникает вопрос эффективности использования природных ресурсов. Эта тема наряду с вопросами развития на основе диверсификации экономики является предметом доклада, подготовленного Всемирным банком¹. Развитие биоэнергетики на фоне преобладания вредной для экологии атомной и углеводородной энергетики – это важный вектор в освоении лесного отечественного потенциала. Данный инновационный вектор на базе принципов инновационной логистики следует рассматривать как возможность решения экологических проблем и формирования устойчивого лесопользования [1, с. 15].

Совершенствованию механизма государственной поддержки МСП на федеральном и региональном уровнях в России и за рубежом посвящено много экономической литературы [2, с. 118; 3, с. 97; 4, с. 85; 5, с. 71; 6, с. 30; 7, с. 65–69].

По мнению многих авторов, наиболее значимой является финансовая поддержка субъектов МСП [8, с. 795; 9, с. 97].

Мониторинг государственной поддержки определит её целесообразность на этапе организации сотрудничества на принципах партнерства бизнеса и государственных структур. Исследования кластерной политики приводят к выводу о том, что условия функционирования и создания кластеров могут также быть и условиями для инвестирования каких-либо проектов на базе кластерных механизмов одновременно [10, с. 82]. Кластеры являются составляющей территориального комплекса

и их функционирование происходит в рамках территориально-административных границ субъекта РФ. Стоит обратить внимание на то, что выход за пределы этих границ возможен только в том случае, когда имеются определенные преимущества на территории у границ [11, с. 101]. Интегрированной парадигмой логистики является концепция, где элементы бизнес-систем объединяются в рамках единой системы, управляя потоками от источника поставок до конечного потребителя. Потоки, выступая интегратором бизнес-процессов, в соответствии с логистической интеграцией приводят к изменению организации управления от вертикального к горизонтальному², принимающего вид процессно-ориентированного управления. Перспектива достижения эффекта от интеграции в новой экономике характеризуется снижением затрат и улучшением качества обслуживания потребителей [12, с. 19].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыт реформ в России показал несовершенство саморегуляции рынка на основе свободных цен в условиях приватизации государственной собственности. Так, в ЛПК России сложилась следующая ситуация: потенциал отрасли используется на 20%, что составляет 2–3% в ВВП; заготовка древесины стала невыгодной; наблюдается разрыв вертикальных связей, основанный на «приватизации ради приватизации» для формирования внутренней конкуренции; рынок «отрегулировал» цены, ощутимый результат приносит только торговля готовой продукцией и, как следствие, этих процессов – ликвидация перерабатывающих предприятий. Исчезли лесопромышленные объединения-корпорации, имеющие наработанные логистические связи, сформированные ранее, как и предприятия, объединенные единым технологическим процессом, а производственные объединения были разукрупнены. За последний период наблюдались усилия по применению логистики к решению перечисленных проблем в рамках финансово-промышленных групп, но это происходило скорее стихийно. Пример с ЛПК показателен, так как он является частью экономической системы страны, которую следует рассматривать как единую систему, а ведущей идеей в

¹ Всемирный банк [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.worldbank.org

² Операционный (производственный) менеджмент : учеб. пособие / А.Н. Стерлигова, А.В. Фель. М.: ИНФРА-М, 2009. – 187 с.

разрешении проблем ЛПК является единство технического и организационного, экономического и технологического потоковых процессов. Важной особенностью ЛПК является масштабно используемый потенциал аутсорсинга как ресурсный, так и операционный, которые наиболее применимы с точки зрения логистики [13, с.287].

Исследования в области кластерных моделей интеграции организаций и предприятий в различные эффективные структуры нового вида приводят к выводу о том, что именно кластеры выступают импульсами, которые при специализации производства, его удачной концентрации, использовании новейших достижений в сфере инноваций, координации, коммуникации, сотрудничества и кооперации помогают обозначить точки роста в каждом регионе отдельно, обеспечивая его приоритетность в конкуренции [14, с.16].

Знание структуры, состава финансовых потоков производственно-логистических кластеров позволяет аппарату управления планировать и оценивать общие затраты производственных, распределительных систем. Основные и сопутствующие потоки, в том числе услуг логистической подсистемы компании при организации логистической сети, связывают структурные/функциональные подразделения компании, отвечающие за логистику посредников, поставщиков и потребителей [15, с. 436]. Ключевым субъектом выступают мезоструктуры – хозяйственные объединения предприятий различных видов экономической деятельности для выбора стратегии в управлении технологическими цепями (сырье и его добыча – разработка новой продукции – производство – оптовая или розничная торговля) на принципах экстраполяции [16, с. 223]. Особенностью таких структур является возможность трансформации отношений между участниками на организационно-плановой основе, а не стихийно-рыночной [17, с. 75]. Отраслевое развитие и создание технологических условий в формировании институциональной структуры экономики является одной из функций государства [18, с.100].

Определение цели, задач, методов и принципов управления устойчивостью позволяет анализировать социально-экономические системы с выявлением групп, видов, классов, что определяет «устойчивость системы» как многогранное явление [19, с.106]. Практический набор методов (методики согласования порядков движения потоков – материальных и финансовых, методы подбора источников ресурсов,

методы контроля и корректировки финансовых потоков), позволяющих выявить потенциал использования узлов в управлении финансовыми потоками производственно-логистических кластеров (ПЛК) представлен в концепции узловых воздействий. Здесь применяется принцип, дающий возможность решить задачу достижения максимальной результативности воздействий на потоки в узлах (то есть точка пересечения потоков ресурсов, привязанных к организационной структуре ПЛК).

Для привлечения ПЛК финансовых ресурсов, сравнения планов, схем перемещения потоков и анализа рациональности таких процессов требуются прикладные технологии, включающие инструменты корректировки отклонений финансовых потоков, контроля за их движением; технологии определения ресурсных источников. Механизмы согласования планов перемещения всех видов потоков позволят применять концепцию узловых воздействий [20, с. 37].

Вариант привлечения инвестиций в форме финансово-промышленных групп не актуален, так как их регистрируют в других государствах, куда и уходят налоговые отчисления. Отсутствие контроля в ЛПК со стороны органов исполнительной власти негативно влияет на реализацию социально-экономических программ. Производственно-логистические кластеры, организованные в ЛПК, сформируют условия для ГЧП с целью достижения сбалансированности частных, общественных интересов, гарантий соблюдения режима инвестиционного благоприятствования в Российской Федерации.

Изменение факторов внешней среды инвестиционного процесса оказывает влияние на эффективность процесса интеграции в ЛПК, поэтому для оценки предварительной эффективности программ импортозамещения предлагается оценить ресурсную доходность компании ДР, млн руб (1):

$$ДР = \frac{ВА}{ВП}, \quad (1)$$

где ВП – совокупные пассивы ПЛК, без учета прибыли, ВА – совокупные активы ПЛК, без учета убытков, млн руб.

Если прибыль равна нулю, то производственно-логистический кластер получает убытки и согласно формуле – совокупные активы, уменьшенные на эту величину меньше, чем уменьшенные на величину прибыли совокупные пассивы. Ресурсная доходность, таким образом, производственно-логистических кластеров или < 1 , в обратном случае > 1 , что

позволяет определить степень прибыльности/убыточности их ресурсов.

Если чистая прибыль ПЛК за исследуемый период характеризует экономический эффект от инвестиционной деятельности, то затраты за тот же период рассмотрим как затраты согласно счета прибылей и убытков, тогда эффективность определяется по формуле (2) [21, с.151]:

$$\mathcal{E} = \frac{\text{ЧП}}{3} \times 100\%, \quad (2)$$

где 3 – все затраты, млн руб., ЧП – чистая прибыль, млн руб., Э – эффективность инвестиционной деятельности.

Как и стейкхолдеры органы государственной власти, анализируя информацию об эффективности функционирования и/или инвестиционной деятельности ПЛК, определяют привлекательные объекты для инвестирования.

Возможен один из следующих вариантов инвестирования в ЛПК на примере производственно-логистического кластера субъекта РФ Омской области, заинтересованного в инвестировании сразу при запуске производства продукции в рамках программы импортозамещения и достаточном объеме финансовых ресурсов:

- дооснащение мощностей оборудованием или приобретение недостроенных мощностей;
- строительство предприятия для реализации программы;
- покупка контрольного пакета акций компа-

нии, уже реализующей программу импортозамещения.

Для реализации государственной финансовой поддержки ПЛК, выполняющих программу импортозамещения, требуется экспертный/эмпирический анализ инвестиционной привлекательности, выполненный на основе расчетов показателей стоимости различных вариантов инвестирования. Расчет показателей для выбора варианта целесообразно проводить по всем вариантам. Первоначальная оценка должна быть проведена по бинарному принципу, то есть ответы на сформулированные вопросы имеют форму «да/нет», «лучше/хуже».

Вопросы для производственно-логистических кластеров упорядочиваются по приоритетности. Для опроса были привлечены пять экспертов из их общего количества, предоставивших такие ответы на вопросы: «н» – нет, «да» – да (таблица 1).

Весомые противоречия возникли среди экспертов только при определении выгодности варианта инвестирования, но при этом все они согласились с выводом о необходимости производства, отрицательно высказавшись по позиции строительства на базе недостроенных новых предприятий. Были такие предположения: отрицательная реакция населения на продолжение строительства, известны недостатки возведенных конструкций, временные рамки для возведения построек, что само по себе увеличивает затраты на проект в части изуче-

Таблица 1
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА ЭКСПЕРТОВ НА ВОПРОСЫ

Table 1
Results of expert's questionnaires

Вопросы	Ответы экспертов				
	1	2	3	4	5
Имеются ли компании, выпускающие импортозамещающую продукцию, которая аналогична/ продукт-заменитель в структуре ЛПК Омской области?	н	н	н	н	н
Соответствует ли производство импортозамещающей продукции ЛПК инвестиционной стратегии производственно-логистических кластеров?	д	д	д	д	д
Пользуется ли спросом рассматриваемая импортозамещающая продукция на внутреннем/внешнем рынках?	д	д	д	д	д
Существуют ли на момент исследования компании производящие в ЛПК импортозамещающую продукцию на территории Российской Федерации?	д	д	д	д	д
Наносят ли вред применяемые технологии окружающей среде при производстве импортозамещающей продукции?	н	н	н	н	н
Известны ли технологии производства лучше тех, которые используются компанией?	д	д	н	н	-
Является ли более выгодной постройка нового предприятия, чем приобретение существующего?	д	н	н	-	д
Выгодно ли приобретение существующего предприятия в сравнении со строительством нового?	н	д	д	-	н
Представляется ли выгодным строительство предприятия на базе существующих недостроенных?	н	н	н	н	н

ния этих предположений. Было принято решение – отказаться в производстве продукции на основе воздвижения предприятий-недостроек.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Итоги экспертной оценки доказывают, что со стороны государства влияние в импортозамещении при сложившемся сотрудничестве предпринимательских структур с органами государственной/муниципальной власти является решающим на основе ГЧП участников интеграции.

Следующий этап – расчет экономической эффективности выбранного варианта. Решение руководства об изменении структуры экспорта/импорта ЛПК объясняется изменениями импортозамещающей политики в ЛПК, принятыми Правительством Российской Федерации, продиктованными необходимостью отказа от импорта продукции и экспорта первичных ресурсов, что требует экспорта продуктов переработки лесного сырья, основанного на расширении производства импортозамещающей продукции.

Оптимизация финансовых потоков при производстве импортозамещающей продукции является важной составляющей при поиске инвестиционного проекта строительства в рамках выдвинутой задачи органами государственной власти по становлению предприятия глубокой переработки древесины в рамках

программы импортозамещения, что в целом позволит сократить расходы. Во-первых, определяется потенциальная емкость рынка для инвестиционного проекта. Во-вторых, моделируется ситуация невыполнения проекта в сравнении с результативным итогом выполнения проекта. Аналитические агентства акцентируют внимание на ситуации, когда объем продукции ЛПК меньше объема потребности в ней, поэтому конкуренция не связана с объемами спроса.

Для обоснования принятия решения производственно-логистическим кластером по строительству предприятия глубокой переработки древесины предложены варианты развития событий, в основе построения вероятностного графа – изменения потребности в продукции ЛПК (рисунок 1) [22,с.468].

Формула выбора оптимального варианта управленческого решения (3):

$$\max \mathcal{E} = \max(\mathcal{E}_j \times \mathcal{E}_{x-1}), \quad (3)$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность выбранного варианта решения, $\mathcal{E}_{j-1}$ – максимальная эффективность, получена в ходе принятия решения на этапе $(j - 1)$, $\mathcal{E}_j$ – эффективность, получена в ходе принятия решения на этапе j .

При принятом управленческом решении $\mathcal{E}_j$ рассчитывают с учетом вероятности достижения данной эффективности в виде полу-

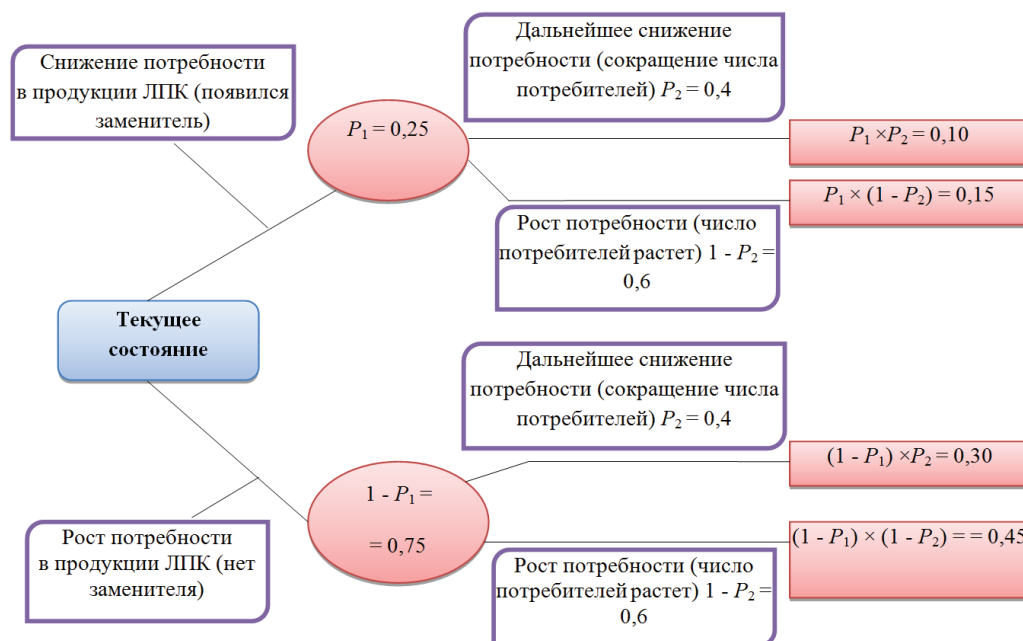


Рисунок 1 – Вероятностный граф изменения уровня потребности в продукции ЛПК

Figure 1 – Probabilistic count of the necessity level change for the LPK production

ченной прибыли (рисунок 2). Альтернативные решения принимаются в завершении оценки вероятностей наступления событий, которые представлены в вероятностной графе.

Сложность определения вероятности происхождения событий является недостатком метода и «экспертный метод» не является эффективным. Динамика заготовки древесины позволяет понять актуальность проекта, так как увеличение заготовки влияет на расширение производства глубокой переработки древесины, в связи с чем сокращается экспорт не- переработанного сырья в соответствии с законодательством о высоких тарифах на вывоз «круглого леса». Санкции вызывают внутренний спрос на импортозамещение в стране, а органы государственной власти координируют распределение леса, что гарантирует обеспеченность проектируемого предприятия всеми видами сырья. Такое положение для ПЛК является стабильным.

Однако положительная динамика и выполнение условий по строительству предприятия согласно инвестиционного проекта, направленного на реализацию импортозамещающей продукции ЛПК в ПЛК, не является достаточным основанием принятия решения о государственной финансовой поддержке проекта. Следующим шагом является оценка эффективности проекта с выделением его инвестиционной и/или коммерческой составляющих.

Инвестиционные проекты на практике предусматривают: период от начала капитального строительства, затем фаза производства, завершающий – ликвидация предприятия.

Инвестиционный и операционный этапы отражают процесс исполнения проекта. Если операционный этап связывают с производством продукции ЛПК, то инвестиционный отвечает за строительство, организацию производства.

Проект сопровождают определенные риски: неуплаты задолженностей, налоговые и риск нежизнеспособности проекта. Разработанная программа минимизации рисков направлена на эффективность технологического цикла. Один из вариантов показан в таблице 2.

При заинтересованном включении в этот процесс государства можно ожидать исполнения принципа справедливости. Одним из подходов компенсации издержек может стать следующий: ресурсы получает тот, кто наиболее их ценит в соответствии с теоремой Коуза [23]. Программа минимизации рисков является следствием принятия положительного решения о государственной поддержке проекта. При этом коэффициент важности K рассчитывается по формуле (4):

$$K = P \times A, \quad (4)$$

где P – вероятность наступления конкретного риска, A – актуальность риска для проекта.

Анализ рисков проводится на основе определения внутреннего и внешнего влияния с учетом их воздействия на эффективность работы проекта.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основные функции ПЛК для отрасли заключаются в выявлении приоритетности уровня финансирования, перспективы отдельных

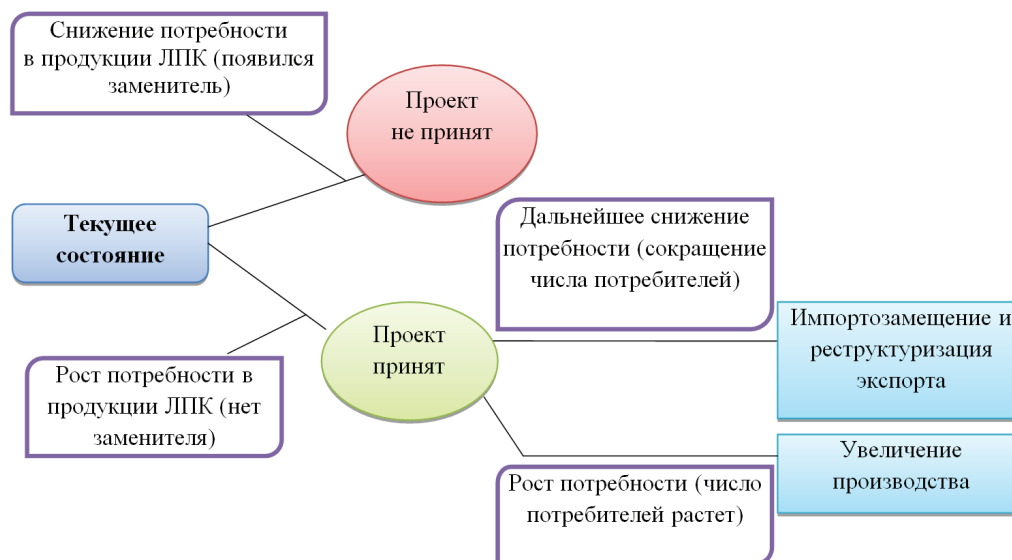


Рисунок 2 – Дерево решений по проекту сбыта и производства продукции ЛПК

Figure 2 – Decisions' tree of the LPK sale and production project

Таблица 2
ПРОГРАММА МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ

Table 2
Risks' minimization program

Вид риска	P	A	K	Способ минимизации
I. Риск нежизнеспособности проекта				
1) риск возникновения инновации (разработка альтернативной продукции ЛПК)	0,25	0,2	0,05	Популяризация древесины
2) риск срыва поставок поставщиком	0,2	0,1	0,02	Импортозамещение
II. Отмена налоговых льгот как результат задержки завершения проекта	0,2	0,5	0,1	Разработка нескольких вариантов сценариев по реализации данного проекта
III. Риск неуплаты задолженностей, возникших в ходе проекта	0,35	0,2	0,07	Приобретение гарантии банка-партнера

инвестиционных проектов, что зависит от масштаба (значимости) проекта.

На первый план в России выдвигается задача определения методов и разработки механизмов, применение которых сможет обеспечить высокую результативность сочетания регулирования государственного и саморегулирования рыночного в условиях динамичного изменения рынка.

Разрешение данной проблемы в экономически развитых странах связано с широкомасштабным развитием логистики, что подразумевает эффективную структурную перестройку организационного механизма экономики, обеспечение оптимизации управления основными потоками, формирование и дальнейшее использование логистических систем разного уровня.

Восстановление потерянных производственных и хозяйственных связей, придание им вектора развития, сделав предсказуемыми структурные изменения в экономике в целом и в поведении субъектов хозяйствования, можно достичь созданием логистических организаций, межорганизационных, а также внешне-экономических цепей.

Применение методов синтеза и анализа цепей поставок и производств позволит решить проблемы, возникающие на предприятиях различных видов экономической деятельности при внедрении принципов логистики. Проблемы, появляющиеся при внедрении принципов и методов логистики, многообразны и сложны из-за специфики логистических цепей предприятий и их региональной принадлежности. В России своевременность создания логистических цепей и сетей, во-первых, вызвана всемирным процессом централизации и интеграции управления рыночными процессами, а во-вторых, созданием структуры связей, соответствующих сегодняшней действительности, и восстановлением управляемости экономики.

Внедрение логистического подхода в отечественную экономику должно проходить в

направлении от «низшего» уровня к среднему и далее – к верхнему, от построения логистической системы уровня микроэкономики к интегрированной логистической системе мезоэкономики путем замены горизонтальных коммерциализированных связей, обеспечивающих в рыночных условиях оптимальное решение проблем предпринимательства, на вертикальную интеграцию хозяйственных связей при учете интересов косвенных участников государственно-частного партнерства с элементами многостороннего партнерства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика показала, что банковские кредиты, займы предпринимательским структурам ЛПК не позволяют им самостоятельно обновить оборудование, расширить производство. Инвестиционные риски не привлекают крупных инвесторов для развития ЛПК, поэтому целью формирования производственно-логистических кластеров является возможность инициативного привлечения инвестиций и поддержки отрасли со стороны государства. Некоторые транснациональные компании, представленные на отраслевом рынке, практически разделили ресурсную базу с приобретением леспромхозов, участвуя в их реорганизации, восстановлении, что объясняет рост объемов производства.

Актуализирует адаптивную роль государственной финансовой поддержки предложенная модель управления в производственно-логистических кластерах, то есть выявление оптимального варианта финансирования инвестиционных проектов. Снизить риск и получить синергетический эффект от внедрения логистического подхода в распределении финансовых потоков, выборе объекта инвестирования коммерческими (финансовыми) и государственными структурами возможно при распределении инвестиций участникам ГЧП.

Инновационное развитие экономики предполагает не только применение новых производственных технологий, но и новых методов принятия решений и быстрой реализации всех управленческих операций [24, с. 123]. В перспективе для организации территориально-инновационных кластеров, что получило отражением в концепции России–2020, важна реиндустриализация на базе сформированных ТПК на принципах ГЧП.

ВЫВОДЫ

Формирование территориально-инновационных кластеров на принципах государственно-частного партнерства позволит осуществлять государственную финансовую поддержку товаропроизводителей, реализующих программы импортозамещения более обоснованно на основе сочетания регулирования государственного и саморегулирования рыночного в условиях динамичного изменения рынка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаре С.В. Акценты развития экологической ситуации в России в период модернизации // Национальные интересы : приоритеты и безопасность. М., 2014. № 21 (258). С. 11–21.
2. Брюханова Н.В. Концептуально-методические основы формирования региональной политики развития и поддержки малого предпринимательства // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2010. № 4. С. 117–124.
3. Виленский А.В. Государственная поддержка малого и среднего предпринимательства в современной России на второй волне грядущего // Вопросы экономики. 2014. № 11. С. 95–106.
4. Дегтярев А., Маликов Р., Гришин К.Е. Институциональная конфигурация региональной деловой среды : параметры проектирования // Вопросы экономики. 2014. № 11. С. 83–94.
5. Логунцова И.В. Механизмы государственной поддержки малого предпринимательства в РФ // Вестник Московского университета. Сер. 21. Управление (государство и общество). 2009. № 4. С. 69–77.
6. Ручкина Г.Ф. Совершенствование правовых условий финансовой поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства // Юрист. 2014. № 9. С. 29–32.
7. Чистякова О.В. Современные аспекты государственной поддержки малого и среднего предпринимательства // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2013. № 4. С. 65–69.
8. Иванов А.В. О возможностях формирования показателей оценки эффективности региональной поддержки малого и среднего предпринимательства // Экономика и предпринимательство. 2014. № 5–2. С. 795–798.
9. Исоков А. Направления развития финансовой поддержки малого и среднего предпринимательства // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2013. № 4. С. 96–99.
10. Войнаренко М.П. Кластерные модели объединения предприятий в Украине // Экономическое возрождение России. 2007. № 4(14). С. 68–82.
11. Внукова Н.Н. Концептуальные основы формирования трансграничных финансовых кластеров // Экономическое возрождение России. 2010. № 1(23). С. 100–108.
12. Михеев А.Н. Многосторонние партнерства: определение, принципы, типология, процесс осуществления // Информационное общество. 2005. № 3. С. 18–25.
13. Воронин А.В. Стратегический подход к управлению инвестиционно-строительным комплексом региона // Экономические науки. 2008. № 3 (40). С. 285–288.
14. Прокофьева Т.А., Элларян А.С. Разработка кластерных моделей интеграции логистических операторов с партнерами по бизнесу // Интегрированная логистика. 2014. № 4. С. 8–17.
15. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 660 с.
16. Бауэрсокс Д. Логистика : интегрированная цепь поставок: пер. с англ. / Д. Бауэрсокс, Д. Клосс. 2-е изд. М.: Олимп-Бизнес, 2008. 640 с.
17. Мясникова Л., Афанасьев М. Мировая конкуренция и кластеризация экономики // Вопросы экономики. 2005. № 4. С. 75–86.
18. Блинов А.О., Хаиров Б.Г. Регулирование финансовых потоков технологической модернизации в условиях либерализации экономики страны // Вестник СибАДИ. Омск, 2015. № 3 (43). С. 99–103.
19. Бирюкова В.В. Стратегическое управление устойчивым развитием нефтяной компании // Вестник СибАДИ. Омск, 2014. № 5 (39). С. 105–112.
20. Хаиров Б.Г. Финансовые потоки в многосторонних партнерствах // Сибирский торгово-экономический журнал. 2009. № 9. С. 36–37.
21. Хаиров Б.Г. Формирование отношений властных и предпринимательских структур региона на принципах логистического администрирования // Вестник СибАДИ. 2012. № 5 (27). С. 148–152.
22. Хаиров Б.Г. Экономико-математическая модель эффективного взаимодействия органов государственной власти и предпринимательских структур в лесопромышленном

комплексе России // Проблемы современной экономики. 2008. № 2 (26). С. 467–469.

23. Coase R.H. The Problem of Social Cost // Journal of Law and Economics. 1960. № 3. P. 1–44.

24. Потапова С.В., Хаирова С.М. Особенности развития логистических бизнес-процессов в современных условиях // Вестник СибАДИ. 2015. № 1 (41). С. 118–124.

REFERENCES

1. Makar S.V. Akcenty razvitiya jekologicheskoy situacii v Rossii v period modernizacii [Accents of the development of the ecological situation in Russia during the period of modernization]. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2014, no 21 (258), pp. 11–21 (in Russian).

2. Briuhanova N.V. Konceptual'no-metodicheskie osnovy formirovaniya regional'noj politiki razvitiya i podderzhki malogo predprinimatel'stva [Conceptual and methodological foundations of the regional policy formation for the development and support of small business]. *Izvestiya Juzhno-go federal'nogo universiteta. Tehnicheskie nauki*, 2010, no 4, pp. 117–124 (in Russian).

3. Vilenskij A.V. Gosudarstvennaja podderzhka malogo i srednego predprinimatel'stva v sovremennoj Rossii na vtoroj volne grjunderstva [State support of small and medium-sized businesses in modern Russia on the second wave of grounds]. *Voprosy jekonomiki*, 2014, no 11, pp. 95–106 (in Russian).

4. Degtarev A., Malikov R., Grishin K.E. Institucional'naja konfiguracija regional'noj delovoj sredy: parametry proektirovaniya [Institutional configuration of the regional business environment: design parameters]. *Voprosy jekonomiki*, 2014, no 11, pp. 83–94 (in Russian).

5. Loguncova I.V. Mehanizmy gosudarstvennoj podderzhki malogo predprinimatel'stva v RF [Mechanisms of state support of small business in the Russian Federation]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 21. Upravlenie (gosudarstvo i obshhestvo)*, 2009, no 4, pp. 69–77 (in Russian).

6. Ruchkina G.F. Sovershenstvovanie pravovyh uslovij finansovoj podderzhki sub'ektov malogo i srednego predprinimatel'stva [Improving the legal conditions for the financial support of small and medium-sized businesses]. *Jurist*, 2014, no 9, pp. 29–32 (in Russian).

7. Chistjakova O.V. Sovremennye aspekty gosudarstvennoj podderzhki malogo i srednego predprinimatel'stva [Modern aspects of state support for small and medium-sized businesses]. *Izvestiya Irkutskoj gosudarstvennoj jekonomicheskoy akademii*, 2013, no 4, pp. 65–69 (in Russian).

8. Ivanov A.V. O vozmozhnostjakh formiro-

vanija pokazatelej ocenki jeffektivnosti regional'noj podderzhki malogo i srednego predprinimatel'stva [On the possibility of forming indicators for assessing the effectiveness of regional support for small and medium-sized businesses]. *Jekonomika i predprinimatel'stvo*, 2014, no 5-2, pp. 795–798 p. 795 (in Russian).

9. Isokov A. Napravlenija razvitiya finansovo podderzhki malogo i srednego predprinimatel'stva [Directions of development of financial support for small and medium-sized businesses]. *RISK: resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija*, 2013, no 4, pp. 96–99 (in Russian).

10. Vojnarenko M.P. Klasternye modeli ob'edinenija predpriyatij v Ukraine [Cluster models of association of enterprises in Ukraine]. *Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii*, 2007, no 4(14), pp. 68–82 (in Russian).

11. Vnukova N.N. Konceptual'nye osnovy formirovaniya transgranichnyh finansovyh klasterov [Conceptual foundations of the formation of cross-border financial clusters]. *Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii*, 2010, no 1(23), pp. 100–108 (in Russian).

12. Miheev A.N. Mnogostoronnie partnerstva: opredelenie, principy, tipologija, process osushhestvlenija [Multilateral partnerships: definition, principles, typology, implementation process]. *Informacionnoe obshhestvo*, 2005, no 3, pp. 18–25 (in Russian).

13. Voronin A.V. Strategicheskij podhod k upravleniju investicionno-stroitel'nym kompleksom regiona [Strategic approach to the management of the investment and construction complex of the region]. *Jekonomicheskie nauki*, 2008, no 3 (40), pp. 285–288 (in Russian).

14. Prokof'eva T.A., Jellarjan A.S. Razrabotka klasternyh modelej integracii logisticheskikh operatorov s partnerami po biznesu [Development of cluster models for the integration of logistics operators with business partners]. *Integrirvanaja logistika*, 2014, no 4, pp. 8–17 (in Russian).

15. Ivanov D.A. *Upravlenie cepjami postavok* [Supply Chain Management]. St.Petersburg: Izdvo Politehn. un-ta, 2009. 660 p. (in Russian).

16. Baujersoks D. *Logistics: an integrated supply chain*. D. Baujersoks, D. Kloss. 2-e izd. Moscow, Olimp-Biznes, 2008. 640 p.

17. Mjasnikova L., Afanas'ev M. Mirovaja konkurencija i klasterizacija jekonomiki [World Competition and Economic Clustering]. *Voprosy jekonomiki*, 2005, no 4, pp. 75–86 (in Russian).

18. Blinov A.O., Hairon B.G. Regulirovanie finansovyh potokov tehnologicheskoy modernizacii v uslovijah liberalizacii jekonomiki strany [Regulation of financial flows of technological modernization in the conditions of liberalization of the country's economy]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 3 (43), pp. 99–103 (in Russian).

19. Birjukova V.V. Strategicheskoe upravlenie ustojchivym razvitiem neftjanoj kompanii [Strategic management of sustainable development of an oil company]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 5 (39), pp. 105–112 (in Russian).

20. Hairon B.G. Finansovye potoki v mnogostoronnih partnerstvax [Financial flows in multilateral partnerships]. *Sibirskij trgovno-jekonomicheskij zhurnal*, 2009, no 9. pp. 36–37. (in Russian)

21. Hairon B.G. Formirovanie otnoshenij vlastnyh i predprinimatel'skikh struktur regiona na principakh logisticheskogo administrirovaniya [Formation of relations of power and business structures of the region on the principles of logistic administration]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 5 (27), pp. 148–152 (in Russian).

22. Hairon B.G. Jekonomiko-matematicheskaja model' jeffektivnogo vzaimodejstviya organov gosudarstvennoj vlasti i predprinimatel'skikh struktur v lesopromyshlennom komplekse Rossii [Economic and Mathematical Model of Effective Interaction between State Authorities and Entrepreneurial Structures in the Forest Industry Complex of Russia]. *Problemy sovremennoj jekonomiki*, 2008, no 2 (26), pp. 467–469 (in Russian).

23. Coase R.H. The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*. 1960. № 3. P. 1–44.

24. Potapova S.V., Hairova S.M. Osobennosti razvitiya logisticheskikh biznes-processov v sovremennyh uslovijah [Features of the development of logistics business processes in modern conditions]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 1 (41), pp. 118–124 (in Russian).

Поступила 07.09.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хаирова Саида Миндуалиевна – доктор экономических наук, профессор, директор Института магистратуры и аспирантуры, заведующая кафедрой «Управление качеством и производственными системами» Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (644080, Российская Федерация, г. Омск, пр. Мира, д.5, e-mail:saida_hairova@mail.ru); профессор кафедры «Финансы и кредит» Омского фи-

лиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации. Orcid - 0000-0002-5632-1589.

Ковалев Василий Александрович – д-р экон. наук, доц., проф. кафедры «Экономика и менеджмент», директор Омского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, ORCID 0000-0001-6694-2525 (644001, Омская область, г. Омск, ул. Масленникова, д.43, e-mail:VAKovalev@fa.ru).

Хаиров Бари Галимович – д-р экон. наук, доц., проф. кафедры «Финансы и кредит», заместитель директора по научной работе Омского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, старший научный сотрудник Лаборатории экономических исследований Омской области Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской Академии Наук, ORCID 000-0002-6026-8258 (644001, Омская область, г. Омск, ул. Масленникова, д.43, e-mail:hairon@bk.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Hairova Sayeeda Mindualiyevna – PhD (Economics), Professor, Director of the Magistracy and Postgraduate Institute, Manager of the Quality Management and Production Systems Department, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID 0000-0002- 5632-1589 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: saida_hairova@mail.ru).

Kovalyov Vasily Aleksandrovich – PhD (Economics), Associate Professor, Professor of the Economy and Management department, Director of the Omsk branch of Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID 0000-0001-6694-2525 (644001, Omsk, 43, Maslennikov St., e-mail: VAKovalev@fa.ru).

Hairov of Bari Galimovich – PhD (Economics), Associate Professor, Professor of the Finance and Credit Department, Deputy Director of Scientific Work, Senior Research Associate, Omsk Branch of Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID 000-0002-6026-8258 (644001, Omsk, 43, Maslennikov St., e-mail: hairon@bk.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

в написание статьи равнозначный.

AUTHORS CONTRIBUTION

The authors have equal contribution in paper writing.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ, ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА

Для публикации принимаются рукописи по направлениям: Транспорт. Транспортные и технологические машины; Строительство. Строительные материалы и изделия; Математическое моделирование. Системы автоматизации проектирования; Экономика и управление. Редакция принимает к рассмотрению **оригинальные научные статьи** объемом 8–10 стр. машинописного текста через 1 интервал, 5–8 рисунков и (или) таблиц, 20–40 ссылок; **обзорные статьи** – (критическое обобщение какой-то исследовательской темы) – от 10 и более страниц, от 5 и более рисунков, до 80 ссылок.

Статья должна быть неопубликованной ранее в других 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. В случае обнаружения одновременной подачи рукописи в несколько изданий статья будет **ретрагирована** (отозвана из печати).

Следует уделить особенное внимание качеству перевода. Недопустимо при переводе пользоваться машинами-переводчиками. Перевод должен быть выполнен профессиональными переводчиками, а лучше – носителем английского языка. Необходимо учесть, что законодательство охраняет права переводчиков авторским правом наравне с правами авторов оригинальных произведений. Перевод текста – творческий процесс, производный объект авторского права, т.е. переводчик – соавтор нового произведения.

1. УДК. На первой странице, слева в верхнем углу без отступа, указываются индекс по универсальной десятичной классификации (УДК) (размер шрифта 10 пт).

2. Заглавие статьи. Заголовок (максимально 10–12 слов) должен быть информативным, лаконичным, соответствовать научному стилю текста, содержать основные ключевые слова, характеризующие тему (предмет) исследования и содержание работы. Приводится на русском и английском языках, по центру полужирным шрифтом размером 12 пт. прописными буквами.

3. Фамилии авторов. Количество авторов не должно превышать четырех. Для англоязычных метаданных важно соблюдать вариант написания сведений об авторе в последовательности: полное имя, инициал отчества, фамилия (Anna V. Ivanova). При латинизации фамилии можно воспользоваться системой 1 BSI – Британский Институт Стандартов (British Standards Institution) транслитерации на сайте <http://translit.ru>, при этом необходимо выбрать вариант стандарта, например, BSI. Перечень авторов располагается после заголовка статьи обычным шрифтом (размер шрифта 12 пт.).

4. Аннотация. Аннотация включает характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе научная статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению, объем от 150 до 250 слов. Структура аннотации представлена на сайте журнала vestnik.sibadi.org.

Приводится 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).

5. Ключевые слова служат ориентиром для читателя и используются для поиска статей в электронных базах, поэтому должны отражать дисциплину (область науки, в рамках которой написана статья), тему, цель и объект исследования. Рекомендуемое количество ключевых слов – 10–12, количество слов внутри ключевой фразы – не более трех.

Размещаются после аннотации, на русском и английском языках.

6. Благодарности. Раздел включен в требования всеми крупными издательствами. В этом разделе следует упомянуть людей, помогавших автору подготовить настоящую статью, организации, оказавшие финансовую поддержку. Хорошим тоном считается выражение благодарности анонимным рецензентам.

7. Основные положения. Отражают ключевые результаты исследования, основное содержание статьи, изложенные тезисно и оформленные в виде 3–5 пунктов маркированного списка.

8. Основной текст статьи излагается на русском или английском языках, в электронном и бумажном виде (шрифт «Arial» (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный), в следующей последовательности:

Введение (1–4 стр.) В этом разделе описываются общая тема исследования, цели и задачи планируемой работы, теоретическая и практическая значимость, приводятся наиболее известные и авторитетные публикации по изучаемой теме, обозначаются нерешенные проблемы. Данный раздел должен содержать обоснование необходимости и актуальности исследования. Информация во Введении должна быть организована по принципу «от общего к частному».

Подразделы введения представлены на сайте журнала vestnik.sibadi.org.

Методы и материалы (от 2 стр. и более) В этом разделе в деталях описываются методы, которые использовались для получения результатов. Обычно сначала дается общая схема экспериментов/исследования, затем они представляются настолько подробно и с таким количеством деталей, чтобы любой компетентный специалист мог воспроизвести их, пользуясь лишь текстом статьи. Более подробно содержание раздела представлено на сайте журнала vestnik.sibadi.org.

Результаты. В этом разделе представлены экспериментальные или теоретические данные, полученные в ходе исследования. Результаты даются в обработанном варианте: в виде таблиц, графиков, организационных или структурных диаграмм, уравнений, фотографий, рисунков. В этом разделе приводятся только факты. Если было получено много похожих зависимостей, представляемых в виде графиков, то приведите только один типичный график, а данные об имеющихся количественных отличиях между ними, представьте в таблице.

Способы представления результатов представлена на сайте журнала vestnik.sibadi.org.

Обсуждение и заключение. Раздел содержит интерпретацию полученных результатов исследования, предположения о полученных фактах, сравнение полученных собственных результатов с результатами других авторов. Более подробно содержание раздела представлено на сайте журнала vestnik.sibadi.org.

9. Библиографический список (References)

В библиографический список включаются только те источники, которые автор использовал при подготовке статьи. Оформление библиографического списка регламентируется ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Ссылаться нужно в первую очередь на оригинальные источники из научных журналов, включенных в глобальные индексы цитирования. Желательно использовать 20–40 источников, но не более 50. Из них за последние 3 года – рекомендуется указать не менее 20, иностранных – не менее 15. Важно правильно оформить ссылку на источник.

Следует указать фамилии авторов, журнал (электронный адрес), год издания, том (выпуск), номер, страницы, DOI или адрес доступа в сети Интернет.

Источники указываются в конце статьи в алфавитном порядке либо в порядке упоминания в тексте статьи.

Приводится на русском языке и в латинице по образцу, представленному на сайте журнала.

Аффилиация. Фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, ORCID i, Scopus Author ID, ResearcherID, далее указать все места работы, должность, название организации, служебный адрес, электронная почта, телефон, e-mail. Приводится на русском и английском языках.

Технические требования к оформлению.

Формат A4, шрифт Arial (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный.

Поля: верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5.

Все сокращения при первом употреблении должны быть полностью расшифрованы, за исключением общепринятых терминов и математических величин.

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 подписочной подписью, и отдельными файлами с расширением (JPEG, GIF, BMP). Должны быть пронумерованы (Таблица 1 – Заголовок, Рисунок 1 – Наименование), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, выравнивание по левому краю, а иллюстрации – подписочные подписи, выравнивание по центру). В основном тексте должны содержаться 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. Отсканированные версии рисунков, схем, таблиц и формул не допускаются.

Таблицы предоставляются в редакторе Word.

Все названия, подписи и структурные элементы графиков, таблиц, схем и т. д. оформляются на русском и английском языках.

Общий порядок опубликования

Рукописи статей, подготовленные в соответствии с правилами оформления научно-исследовательской публикации и принятыми редакцией журнала международными стандартами, в электронном (через официальный сайт журнала) и бумажном виде предоставляются в редакцию журнала в комплекте:

- с экспертным заключением о возможности опубликования в открытой печати;

- лицензионным договором между ФГБОУ ВО «СибАДИ» и авторами;

При регистрации присваивается дата поступления и регистрационный номер статьи. Статьи регистрируются через электронную редакцию. Регистрация осуществляется бесплатно.

Первичная экспертиза на соответствие требованиям и профилю журнала (модерация). Зарегистрированные рукописи статей проходят первичную экспертизу на соответствие требованиям и профилю журнала. Началом для экспертизы рукописи статьи редакцией является дата регистрации статьи. Редакция журнала оставляет за собой право отбора присылаемых материалов. Только прошедшие первичную экспертизу рукописи статей, полностью соответствующие требованиям редакции журнала, соответствующие профилю журнала, получают статус «Принята к рассмотрению». Для них отдельно регистрируется дата приема рукописи статьи к рассмотрению.

Рецензирование. Принятые к рассмотрению рукописи статей направляются на слепое рецензирование для оценки их научного содержания нескольким специалистам соответствующего профиля, членам редакционной коллегии и/или редакционного совета. Экспертиза и рецензирование осуществляются бесплатно.

Решение о принятии к публикации основывается на поступивших рекомендациях рецензентов журнала. Если принято решение «рекомендовать с учетом исправления отмеченных недостатков», то автору направляются рекомендации и вопросы для исправления. Рукопись статьи, скорректированная автором, повторно направляется на рецензирование. Рукописи статей, не рекомендованные к публикации, повторно не рассматриваются. Автору рукописи направляется мотивированный отказ в публикации.

Редакционная подготовка. Рукописи статей, принятые к публикации, проходят редакционную подготовку к публикации – литературное редактирование и сверку данных, корректуру, форматирование, макетирование. Общий срок редакционной подготовки статьи, успешно прошедшей рецензирование, составляет 2 месяца в соответствии с периодичностью и графиком публикации выпусков. Корректурa статей авторам не высылается, тем не менее вопросы, возникающие в процессе редактирования высылаются авторам для согласования.

Окончательный вариант макета статьи высылается по электронной почте автору на утверждение. На рассмотрение отводится три дня, по истечении которых в случае неполучения ответа от автора, макет автоматически считается автором одобренным и в представленном виде направляется в печать.

Публикация. Подготовленный к публикации макет тиражируется в типографии СибАДИ и размещается на сайте журнала в открытом бесплатном доступе. Публикация всех статей одного выпуска осуществляется единой датой.

Метаданные опубликованных статей выпуска регистрируются в РИНЦ, размещаются в библиографических сервисах и базах данных в сроки, установленные соответствующими договорами, распространяются по подписке.

Контактная информация:

e-mail: vestnik_sibadi@sibadi.org

Почтовый адрес редакции: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Редакция научного рецензируемого журнала Вестник СибАДИ / The Russian Automobile and Highway Industry Journal, издательско-полиграфический комплекс: 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, д. 1.

Тел. (3812) 65-88-30.

Редактор – ответственный секретарь «Вестника СибАДИ» – Куприна Татьяна Васильевна

Поступившие в редакцию материалы не возвращаются.

Гонорары не выплачиваются.

Все статьи публикуются бесплатно.

Информация о научном рецензируемом журнале Вестник СибАДИ / The Russian Automobile and Highway Industry Journal размещена на сайте: <http://vestnik.sibadi.org>