

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ)»

ВЕСТНИК СИБАДИ

Выпуск 6 (58)

Омск - 2017

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 Pedagogics, Doctor of Science, Associate Professor, Corresponding Member of Academy of Military Science, Rector of 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

Щербakov 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

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

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

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

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

Эдвин Козневски, д-р техн. наук, проф., г. Белосток, Польша

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

EDITORIAL BOARD

Transport, mining and mechanical engineering

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

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

Transport

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

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

Construction and architecture

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

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

Informatics, Computer Science and Management

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

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

Economics

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

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

MAIN EDITORIAL BOARD

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

Shcherbakov V.S., Doctor of Science, Professor of 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 Science, Poltava National Technical University by Yuri Kondratyuk, Poltava, Ukraine

Gorynin G. L., Doctor of Phys.-Math. of Sciences, prof., of "SurGUHMAO-Yugra", Surgut, Russia

Zhusupbekov A.Zh., Dr. Tech. Sciences, Prof., Corresponding Member of National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, ENU by L.N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

Karpov V.V., Dr. of Econ. , 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

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

Podshivalov V.P., Dr. Tech. , Professor, Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Khmara L.A., Dr. Tech. , Professor, Pridneprovskaya State Academy of Construction and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine

Edwin Koźniewski, Dr. Tech. of Sciences, Prof., Bialystok, Poland

Bobrova T.V., Doctor of Science, Professor of Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

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 «ОмГТУ» 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

Leonovich S.N., Dr. Tech. , Professor, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus
Gumarov G.S., Dr. Tech. Sciences, prof., member-cor. Russian Academy of Natural History, Eurasian National University. L.N. Gumilev, Astana, Republic of Kazakhstan
Sharshembiev Zh.S., Dr. Tech. Sciences, prof., Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyz Republic
Yakunin N.N., Dr. Tech. of Sciences, prof., FGBOU VO "Orenburg State University", Orenburg, Russia
Efimenko V.N., Dr. Tech. , Professor, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia
Yakunina N.V., Dr. Tech. Sci., Assoc., Prof., FGBOU VO "Orenburg State University", Orenburg, Russia
Kurshakova N.B., Dr. Econ. of Sciences, Professor, OmGUPS (Omit), Omsk, Russia
Korneev S.V., Dr. Tech. of Sciences, prof., FGBOU V Omsk State Technical University, Omsk, Russia
Miller A.E., Dr. Econ. Sciences, prof., FGBOU VO "Omsk State University. F.M. Dostoevsky », Omsk, Russia
Romanenko E.V., Cand. econ. in Science, Assoc., FGBOU V SibADI, Omsk, Russia
Khomchenko V.G., Dr. Tech. of Sciences, prof., FGBOU V Omsk State Technical University, Omsk, Russia
Borovik V.S., Dr. Tech. Sci., Professor, Volgograd Science and Technology Center, Volgograd, Russia
Korotaev D.N., Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof. FGBOU IN SIBADI, Omsk, Russia
Lesovik V.S., Dr. Tech. Sciences, prof., member-cor. RAASN, BSTU them. Shukhova, Belgorod, Russia
Saveliev S.V., Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof. FGBOU IN SIBADI, Omsk, Russia
Koryagin M.E., Dr. Tech. , Associate Professor, FGBOUVO "Siberian State Transport University", Novosibirsk, Russia
Rassokha V.I., Dr. Tech. Sci., Assoc., Prof., FGBOU VO "Orenburg State University", Orenburg, Russia
Kondratenko A.S., Cand. tech. FGBOU VO "Siberian State University of Railway Transport (SGUPS)", IGD SB RAS, Novosibirsk, Russia
Matkerimov T.I., Dr. Tech. Sciences, prof., KSTU them. I. Razzakova, Bishkek, Kyrgyz Republic
Kurganov V.M., Dr. Tech. , Professor, FGBOU VO "Tver State University", Tver, Russia
Matveev S.A., Dr. Tech. of Sciences, prof., FGBOU V SibADI, Omsk, Russia

Адрес издателя: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. Тел. +7 (3812) 65-23-45;
 режим доступа: vestnik.sibadi.org; e-mail: vestnik_sibadi@sibadi.org

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

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-70364 от 13 июля 2017 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ» входит в перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК решением президиума ВАК от 25.02.2011 г.; с 01.12.2015 г. включен в новый список в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 25 июля 2014 г. № 793. С 2009 года представлен в научной электронной библиотеке eLIBRARY. RU и включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory. Подписной индекс 66000 в каталоге АО Агентство "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 13.12.2017 г. Дата выхода в свет 26.12.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial. Печать оперативная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 27,25 Тираж 500 экз. Заказ 500 экземпляров. Отпечатано в типографии ИПК ФГБОУ ВО «СибАДИ» 644080, г. Омск, пр. Мира, 5.

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2017

Вестник СибАДИ, выпуск 6 (58), 2017

РАЗДЕЛ I.

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Б.Н. Стихановский, Л.М. Стихановская

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ПРИ УДАРЕ БОЙКА
ПО ИНСТРУМЕНТУ В УЗЛАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ГОРНЫХ МАШИН8

Р.Ю. Сухарев, В.В. Танский

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА НА СТРЕЛЕ КРАНА – ТРУБОУКЛАДЧИКА
НА ИЗМЕНЕНИЕ ГРУЗОВОГО МОМЕНТА17

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

Ю.О. Глушкова, О.Ю. Гордашникова, А.В. Пахомова

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ НА ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
МЕЖДУНАРОДНОЙ ЦЕПИ ПОСТАВКИ23

А.П. Жигадло, А.П. Серков, С.В. Корнеев, Р.В. Буравкин

ВЛИЯНИЕ МАССЫ МОТОРНОГО МАСЛА, НАНОСИМОГО НА ФИЛЬТРОВАЛЬНУЮ БУМАГУ,
НА ОЦЕНКУ ЕГО ПОКАЗАТЕЛЕЙ30

С.М. Мочалин, М.Е. Каспер

ФОРМИРОВАНИЕ РАСЧЁТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА37

К.А. Крылова, Е.Е. Витвицкий

ВЛИЯНИЕ РАССТОЯНИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ГРУППЫ АРЕНДНЫХ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ГОРОДАХ47

В.М. Курганов, А.А. Серов, В.Д. Моралес

МОДЕЛИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СВЯЗЕЙ РОССИИ
И СТРАН ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ55

Л.С. Трофимова, Н.Г. Певнев

СТРУКТУРА МЕТОДОЛОГИИ ТЕКУЩЕГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО
АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ63

Л.Н. Тышкевич, Б.В. Журавский

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР71

РАЗДЕЛ III. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Д.В. Абрамкина

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С ТЕПЛОВЫМ ПОБУЖДЕНИЕМ78

А.А. Комлев, С.А. Макеев, Ю.В. Краснощеков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ
ПОДЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ С НИЖНЕЙ СВОДЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ84

И. Ю. Белуцкий, В.В. Иовенко, А.В. Лапин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ СОБСТВЕННОГО ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЙ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ОПЕРТЫХ
НА РЕЗИНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ОПОРНЫЕ ЧАСТИ ПРИБЛИЖЕННЫМИ МЕТОДАМИ91

С.А. Матвеев, Е.А. Мартынов, Н.Н. Литвинов

ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УПРУГОГО ПРОГИБА ДИСКРЕТНОГО
ОСНОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ98

В.Г. Гагарин, Н.Ю. Плющенко, А.Р. Косарев

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УРАВНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО ВЫСОТЕ ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ПРОСЛОЙКИ НФС107

Е.С. Преловская, А.Г. Левашев, А.Ю. Михайлов, Б. Энгель

ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В РОССИЙСКИХ ГОРОДАХ: ПЕРСПЕКТИВЫ АКТУАЛИЗАЦИИ
КЛАССИФИКАЦИИ И ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГОРОДСКИХ УЛИЦ113

В.В. Сиротюк, Т.П. Троян

ВЛИЯНИЕ УГЛИСТЫХ ОСТАТКОВ НА КАЧЕСТВО ЗОЛОШЛАКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ119

Ю.В. Столбов, С.Ю. Столбова, Л.А. Пронина, А.И. Уваров

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЯ НЕРОВНОСТЕЙ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ КАТЕГОРИЙ IV, V С ПРИМЕНЕНИЕМ НИВЕЛИРОВ ТИПА Н-3125

<i>А. Чхум, А.М. Курбонов, Ф.К. Саметов</i> ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗОВАННЫХ ТРЕЩИН В РАСТЯНУТОЙ ЗОНЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ КРАТКОВРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ	132
--	-----

<i>М.А. Высоцкая, С.Ю. Шеховцова, А.Г. Обухов, Ю.Ю. Есипова</i> УСТОЙЧИВОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННЫХ И ОСТАТОЧНЫХ БИТУМОВ К ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ	140
---	-----

РАЗДЕЛ IV.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<i>И.З. Ахметзянов, М.А. Ионов, В.С. Карабцев</i> МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА RRT ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ОБЪЕЗДЕ ПРЕПЯТСТВИЙ	148
--	-----

РАЗДЕЛ V. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Т. С. Аленичева, Н. Б. Куршакова, Н.А. Мамаева</i> ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	155
--	-----

<i>Т.И. Гордиевич, П.В. Рузанов</i> СТРУКТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ИНФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	163
---	-----

<i>М.А. Миллер</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ И АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АСПЕКТ	175
--	-----

<i>В.В. Бирюкова, В.В. Бирюков, Е.В. Романенко</i> СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ	185
--	-----

<i>С.М. Хаирова, Б.Г. Хаиров</i> СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	196
--	-----

<i>Т.В. Чибикова</i> КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ	207
---	-----

CONTENTS

РАЗДЕЛ I.

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

B.N. Stikhanovskiy, L.M. Stikhanovskaya

DEFINITION OF COEFFICIENTS RECOVERY SPEEDS AT IMPACT OF THE STRIKER
ON THE TOOL AT THE NODES OF CONSTRUCTION AND MINING MACHINES.....15

R.Yu. Sukharev, V.V. Tanskiy

THE INFLUENCE OF THE HORIZONTAL LOAD VIBRATIONS
OF THE CRANE-PIPE LAYING MACHINE GIBBET ON THE LOAD MOMENT STABILITY21

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

Yu.O. Glushkova, O.Yu. Gordashnikova, A.V. Pahomova

THE EFFECT OF TIME ON TRANSPORT SERVICES OF THE INTERNATIONAL SUPPLY CHAIN29

A.P. Zhigadlo, A.P. Serkov, S.V. Korneev, R.V. Buravkin

THE INFLUENCE OF THE APPLICATED ON THE FILTERING PAPER MOTOR OIL QUANTITY
ON ITS INDICATORS' EVALUATION.....35

S.M. Mochalin, M.E. Kasper

THE CALCULATED INDICATORS' FORMATION FOR THE PUBLIC PASSENGER
TRANSPORTATION SYSTEM'S EVALUATION.....45

K.P. Krylova, E.E. Vitvitskiy

THE INFLUENCE OF THE TRANSPORTATION DISTANCE ON THE RENTAL VEHICLES
WORKING RESULTS IN THE CITY54

V.M. Kurganov, A.A. Serov, V.G. Morales

THE CLUSTERING MODELS IN THE TRANSPORT LINKS' DIFFERENTIATION BETWEEN
RUSSIA AND LATIN AMERICA62

L.S. Trofimova, N.G. Pevnev

STRUCTURE OF METHODOLOGY OF CURRENT PLANNING OF WORK
OF CARGO TRANSPORT ENTERPRISE69

L.N. Tishkevich, B.V. Zhuravsky

STUDY OF THE THERMAL PROCESSES OF THE BATTERY DURING VEHICLE OPERATION IN LOW
TEMPERATURES76

РАЗДЕЛ III. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

D.V. Abramkina

THE PECULIARITIES OF THERMAL INDUCEMENT VENTILATION SYSTEMS.....83

A.A. Komlev, S.A. Makeev, Y.V. Krasnoshchekov

EXPERIMENTAL RESEARCH OF MONOLITHIC SLABS OF UNDERGROUND PASSAGES WITH
THE LOWER VAULTED SURFACE.....90

I. Belutsky, V. Iovenko, A. Lapin

THE VALUES' DETERMINATION OF THE OSCILLATIONS' INTRINSIC PERIOD
OF THE RUBBER-METAL SUPPORTED SPAN STRUCTURE BY APPROXIMATE METHODS.....97

S.A. Matveev, E.A. Martynov, N.N. Litvinov

THE INFLUENCE OF THE REINFORCING PROCESS ON THE DISCRETE BASIS
OF PAVEMENT DEFLECTION.....105

V.G. Gagarin, N.Yu. Plyushchenko, A.R. Kosarev

THE EXPERIMENTAL DETERMINATION METHODOLOGY OF THE PARAMETERS
IN THE EQUATION OF THE AIR TEMPERATURE DISTRIBUTION ON THE HFS HEIGHT 111

E.S. Prelovskaya, A.G. Levashev, A.U. Michaylov, B. Engel

THE SUSTAINABLE TRANSPORTATION PLANNING IN RUSSIAN CITIES:
PESPECTIVES FOR STREET CLASSIFICATION AND URBAN STREET DESIGN 118

V.V. Sirotyuk, T.P. Trojan

THE CARBON RESIDUUM INFLUENCE ON THE ASHES SLAG'S QUALITY USED
IN THE CONSTRUCTION TECHNOLOGY124

Yu.V. Stolbov, S.Yu. Stolbova, L.A. Pronina, A.I. Uvarov

THE PROVISION OF THE INSPECTIONS' CONTROL ACCURACY ON THE IV, V CATEGORY ROAD BASICS
AND COVERINGS BY THE APPLICATION OF H-3 TYPE NIVELIERS130

<i>A. Chhom, A.M. Kurobanov, F.K. Sametov</i> THE INFLUENCE OF THE PRE-ORGANIZED CRACKS IN THE TENSILE ZONE OF THE REINFORCED CONCRETE BEAM UNDER STATICALLY SHORT-TERM LOADING	138
---	-----

<i>A. Chhom, A.M. Kurobanov, F.K. Sametov</i> STABILITY OF MODIFIED BINDERS ON BASIS OF OXIDIZED AND RESIDUAL BITUMENS TO THERMODESTRUCTIONS	146
--	-----

РАЗДЕЛ IV. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<i>I.Z. Akhmetzyanov, M.A. Ionov, V.S. Karabcev</i> THE MODIFICATION OF THE RRT ALGORITHM FOR THE OPTIMAL TRAJECTORY DETERMINING OF THE MOTION VEHICLE WITH THE OBSTACLES AVOIDANCE	153
---	-----

РАЗДЕЛ V. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>T.S. Alenicheva, N.B. Kurshakova, N.A. Mamaeva</i> THE STRUCTURING OF MANAGEMENT FACTORS IN HIGH EDUCATIONAL ORGANIZATIONS	162
--	-----

<i>T.I. Gordievich, P.V. Ruzanov</i> STRUCTURAL ASPECTS OF INFLATIONARY PROCESSES	173
--	-----

<i>M.A. Miller</i> PATTERNS AND TRENDS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF OMSK REGION: THE SPATIAL ASPECT	183
---	-----

<i>V.V. Biryukova, V.V. Biryukov, E.V. Romanenko</i> THE STRATEGY DEVELOPMENT OF THE REGION: THE PECULIARITIES OF THE INNOVATIVE MODELS' FORMATION.....	194
---	-----

<i>S.M. Khairova, B.G. Khairov</i> SOCIAL AND ECONOMIC ASPECTS OF FORMING THE FOREST INDUSTRIAL CLUSTER OF THE OMSK REGION ON THE BASIS OF THE IMPORT SUBSTITUTION MECHANISM.....	205
---	-----

<i>T. Chibikov</i> THE CLASSIFICATION AND THE EVALUATION OF THE MANAGEMENT CONSULTING METHODS.....	214
---	-----

РАЗДЕЛ I. ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 531 – 539

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ПРИ УДАРЕ БОЙКА ПО ИНСТРУМЕНТУ В УЗЛАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ГОРНЫХ МАШИН

Б.Н. Стихановский¹, Л.М. Стихановская²

¹ФГБОУ ВО «ОмГУПС», г. Омск, Россия;

²ФБГОУ ВО «СиБАДИ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены процессы изменения величины коэффициента восстановления при прямом центральном ударе твердых деформируемых тел, т.к. значения коэффициента восстановления необходимы для расчета динамики бойка и инструмента в механизмах строительных и горных машин. Потери кинетической энергии соударяющихся тел после каждого удара взаимосвязаны с модулем коэффициента восстановления, который может изменяться для одного и того же материала от 0 до 1 при различной геометрии взаимодействующих тел. Проведен анализ изменения величины коэффициента восстановления от геометрии соударяющихся тел. При малых скоростях удара, если тела имеют одинаковую форму и массу или когда ударяет стержень или шар о массивную и жесткую преграду, коэффициент восстановления примерно равен 1. При ударе короткого стержня по длинному и при одинаковых диаметрах и материалах тел коэффициент восстановления равен отношению длин стержней и практически равен нулю при ударе стержня по тонкой пластине. Для тел сложной формы рациональнее определять коэффициент восстановления опытным путем. Приведены экспериментальные установки для определения величин коэффициентов восстановления, когда теоретически их сложно рассчитать, при малых скоростях удара – на горизонтальном и вертикальном стендах, при средних и высоких скоростях – на копре, работающем по принципу накопления энергии для удара. При этом можно варьировать не только различные геометрии и материалы соударяющихся тел, но и скорости их сближения непосредственно перед соприкосновением.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Коэффициент восстановления, скорость, удар, кинетическая энергия, инструмент, строительные и горные машины, боек.

ВВЕДЕНИЕ

При ударе происходит мгновенное превращение одного вида энергии в другой, чаще всего накопленная кинетическая энергия тел скачкообразно переходит в энергию деформаций, разрушения, тепла и др., а у элементарных частиц – в различные электромагнитные излучения, разрушения молекул, атомов и их ядер. Удар является мощным импульсным воздействием, поэтому в технике он находит широкое применение в молотах и механизированном инструменте при ковке и штамповке, разрушении горных пород, негабаритов, раз-

работке мерзлых грунтов, забивке свай, в строительных и монтажных работах, для дыропробивных и т.п. операций.

Основой для создания современных высокопроизводительных машин ударного действия, используемых в машиностроении, строительстве и горном деле, является решение вопросов теории передачи энергии ударом, определение коэффициентов восстановления, импульсов сил, ускорений, напряжений, поэтому этим задачам в различных областях науки и техники посвящено значительное количество публикаций, [1 – 21].

Определение параметров удара, в частно-

сти коэффициента восстановления, а значит, скоростей взаимодействующих тел до и после удара, позволяет точнее рассчитать динамику цикла работы ударных машин, т.к. каждый последующий цикл зависит от скоростей и кинетических энергий, оставшихся от их предшествующего периода. Неверный расчет скоростей центров масс тел после удара может привести к поломке деталей и механизма в целом.

Точное определение коэффициента восстановления особенно важно при повышении скорости удара и создании мощных машин ударного действия. При этом увеличиваются амплитуда ударного импульса и удельная энергия на единицу веса, а реакция отдачи при одной и той же энергии удара уменьшается. Ошибки в выборе величины коэффициента восстановления приводят к неправильному определению к.п.д. передачи энергии ударом и кинетической энергии соударяющихся масс.

Далее приводятся анализ изменения коэффициента восстановления от геометрии тел и несложные способы определения величины этого коэффициента экспериментально.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Применяются фундаментальные законы физики: закон изменения количества движения от импульсов ударных сил, закон сохранения и превращения одного вида энергии в другие виды.

Используя закон сохранения количества движения системы до и после центрального удара, имеем

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2, \quad (1)$$

где m_1 и m_2 , v_1 и v_2 , u_1 и u_2 – соответственно массы соударяющихся тел (m^1 и m^2), скорости до (v^1 и v^2) и после (u^1 и u^2) взаимодействия тел, принято $v^1 > v^2$ и положительное направление совпадает с v^1 , т.е. $v^1 > 0$.

В уравнении (1) неизвестны скорости u^1 и u^2 . Задача неопределенная, если не ввести какое-то дополнительное соотношение, характеризующее удар. При этом будет ошибочно, если использовать уравнение баланса кинетических энергий, т.к. в реальных случаях кинетическая энергия тел после удара почти всегда меньше, чем до удара, т.к. ее часть превращается в энергию упругих волн, пластиче-

ских деформаций, тепло и др., т.е. $T_{01} + T_{02} \geq T_1 + T_2$, где

$$T_{0i} = \frac{m_i v_i^2}{2} \text{ и } T_i = \frac{m_i u_i^2}{2}, \quad i = 1 \text{ или } 2.$$

И. Ньютон предложил ввести коэффициент восстановления:

$$K = \frac{u_2 - u_1}{v_1 - v_2}. \quad (2)$$

При этом он считал, что величина K одинакова для каждого материала соударяющихся тел и равна правильной дроби, например, для стали $K = 5/9$. Однако опыт и энергетический анализ показывают, что величина коэффициента восстановления зависит в основном от потерь кинетической энергии центров масс тел при продольных и изгибных деформациях и чаще всего в более массивном теле из двух взаимодействующих. На практике имеем

$$0 \leq K \leq 1 \quad (3)$$

Решая уравнения (1) и (2), получим

$$u_1 = v_1 - (1 + K) \frac{m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2); \quad (4)$$

$$u_2 = v_2 + (1 + K) \frac{m_1}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2).$$

Величина коэффициента восстановления не зависит от выбора системы отсчета, поэтому при экспериментальном определении величины K можно выбрать координаты, расположенные в центре масс, например, m^2 , т.е. $v^2 = 0$, тогда

$$u_1 = \frac{m_1 - K m_2}{m_1 + m_2} v_1; \quad (5)$$

$$u_2 = (1 + K) \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}.$$

В настоящее время величину коэффициента восстановления при прямом центральном ударе можно вычислить теоретически для геометрически простых тел: стержень по стержню с плоскими и закругленными ударны-

ми торцами, шар по шару или стержню и т.п. тела, [22].

Экспериментальное определение K позволяет обобщать единичные опыты на ряд случаев с подобными энергетическими показателями, т.к. величина коэффициента восстановления отражает потери кинетической энергии центров масс тел в результате удара. Следовательно, для данной геометрии, материала и в меньшей степени скорости сближения тел $v_0 = v_1 - v_2$ опытные значения K можно распространять на ряд подобных случаев. Коэффициенты восстановления K имеют широкий диапазон величин, практически мало отличающиеся от выбора материалов: металлы, пластмассы, дерево и др., но явно зависящих от геометрии взаимодействующих тел.

Случай 1. Для малых скоростей удара, когда доля пластических деформаций пренебрежимо мала по сравнению с кинетическими энергиями тел, имеем $K \approx 1$. Такой коэффициент восстановления достигается, когда соударяющиеся тела имеют одинаковую форму и массу, т.е. $m^1 = m^2$, или когда ударяет простое по форме тело, например стержень или шар, по массивной и жесткой преграде, т.е. $m_2 \gg m_1$. При $K \approx 1$ имеем приблизительное равенство кинетических энергий до и после удара, т.е.

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}. \quad (6)$$

Случай 2. Коэффициенты восстановления находятся в интервале $0 \leq K \leq 1$. Величины коэффициентов восстановления находятся в указанном интервале при ударе короткого стержня по длинному, а также при одинаковых

диаметрах и материалах тел $K \approx \frac{\ell_1}{\ell_2}$, где $\ell_{1,2}$ – длины стержней и $\ell_2 \geq \ell_1$.

Случай 3. Коэффициент восстановления $K \ll 1$, т.е. практически равен нулю. Это случай, когда $\ell_2 \gg \ell$ или при ударе стержня (или шара) по тонкой пластине толщиной δ при $d \geq \delta$, где d – диаметр поперечного сечения стержня или шара. Если поперечное сечение некру-

гое, то $d = 2 \sqrt{\frac{s}{\pi}}$, где s – площадь поперечного сечения. В этом случае отскока практически нет, $K \approx 0$. Вся кинетическая энергия бояка с массой m^1 превращается в энергию изгибных волн колебаний пластины с массой m^2 , т.е. скорость отскока бояка равна нулю, $u^1 \approx 0$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для тел сложной формы (ступенчатые стержни с закругленными и острыми концами в свободном состоянии и упертыми в разрушаемую среду и т.п.) рациональнее определять коэффициент восстановления опытным путем.

При малых скоростях удара ($10^{-2} - 1$ м/с) удобно использовать горизонтальный стенд с использованием соударяющихся тел на подвесках маятникового типа, рисунок 1.

Замеряя углы отклонения тел, можем вычислить их скорости до и после удара. Подвесы, на которых крепятся испытуемые тела, должны быть значительно легче, чем сами тела, т.к. до удара они имеют собственное количество движения и после удара у них возникают поперечные колебания, что будет создавать погрешность определения углов отклонения и сказываться на результатах измерений. Рекомендуется применять в виде подвесов прочные и легкие синтетические нити или использовать подвесы со связями, свободно скользящими во время удара относительно взаимодействующих тел.

Влияние массы подвесов на распределение скоростей тел после удара можно проверить с помощью закона сохранения количества движения: измерив скорости испытуемых тел до и после удара без учета массы подвесов, а затем решив равенство $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$. Из-за неучета в этом соотношении количеств движения подвеса оно будет выполняться приближенно. Если это приближение удовлетворяет необходимой точности результата, то влиянием подвеса можно пренебречь. Нельзя при расчете учитывать моменты инерции подвесов, т.к. в этом случае коэффициенты восстановления будут относиться собственно не к взаимодействию тел, а к системе «испытуемые тела – подвесы», т.к. энергия колебаний подвесов вносит существенные коррективы в потерю относительной скорости, т.е. в величину K . Поэтому или подвесы должны мало влиять на сохранение количества движения испытуемых тел до и после удара, или нужно взять более легкие подвесы, или использовать другой тип установки.

Основное достоинство подвесок – это простота и относительно большая точность определения скоростей тел до и после удара по их отклонению. До удара одно из тел может быть неподвижно, лучше с массой $m_2 \geq m_1$, а второе с меньшей массой m_1 отклоняется на

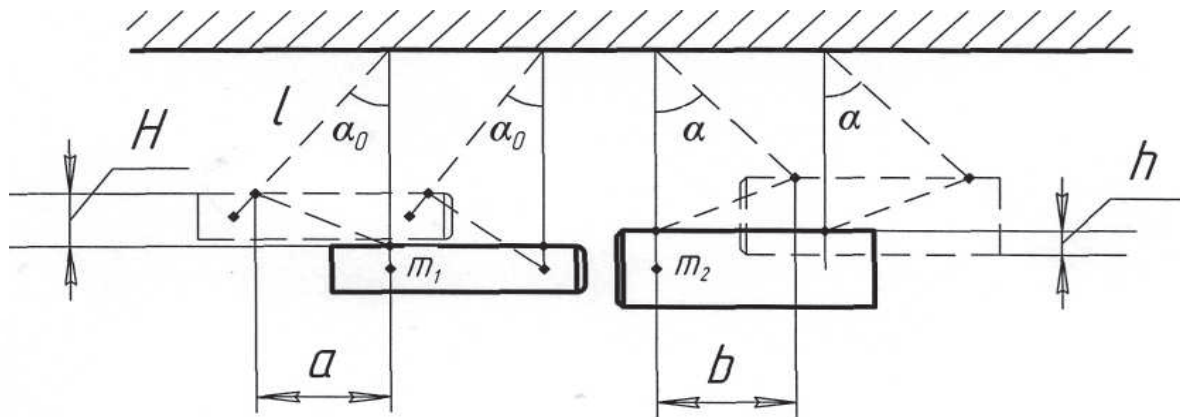


Рисунок 1 – Удар маятников типа

ℓ – длина подвески; α_0 – угол отклонения тела массой m_1 до удара;
 α – угол отклонения тела m_2 после удара; H – высота отклонения тела массой m_1 до удара;
 h – высота отклонения тела массой m_2 после удара

Illustration 1 – The pendulum blow

ℓ – the clip's length; α_0 – the deflection angle with the mass m_1 before the blow;
 h – the deflection height with the mass m_2 after the blow

угол α_0 и высоту $H = \ell - \sqrt{\ell^2 - a^2} \approx \frac{a^2}{2\ell}$, где
 $a = \ell \sin \alpha_0$. После удара m_2 отклоняется на

угол α и высоту $h = \ell - \sqrt{\ell^2 - b^2} \approx \frac{b^2}{2\ell}$, где
 $b = \ell \sin \alpha$. При этом коэффициент отскока

$$f_1 = \frac{u_1}{v_0} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{2gH}} = \frac{b}{a}. \quad (7)$$

Если $\frac{a}{\ell} \leq 0,2$, то погрешность определения $H \leq 1\%$, при $\frac{a}{\ell} \leq 0,35$ – погрешность меньше 3% и т.д. При малых скоростях удара такие стенды являются одними из лучших экспериментальных установок. Например, при $\ell = 160$ см и $a = 4$ см, что достаточно точно и легко измерить, имеем всего $H = 0,05$ см, т.е. сбрасывать тело с таких малых высот на вертикальном стенде весьма неудобно.

При $\frac{a}{\ell} \ll 1$ получаем скорость удара
 $v_0 = a\sqrt{\frac{g}{\ell}}$. Коэффициент восстановления

$$K = \frac{u_1 + u_2}{v_0} = f_1 + f_2 = \frac{m_1}{m_2}(1 + f_1) + f_1 \quad (8)$$

Скорости m_1 до и после удара:

$$v_0 = \sqrt{2gH} = 2\sqrt{g\ell} \cdot \sin \frac{\alpha_0}{2}; \quad (9)$$

$$u_1 = \sqrt{2gh} = 2\sqrt{g\ell} \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}.$$

где α_1 – угол отклонения m_1 после удара.
 Тогда

$$f_1 = \frac{|u_1|}{v_0} = \frac{\sin \frac{\alpha_1}{2}}{\sin \frac{\alpha_0}{2}} \quad (10)$$

Учитывая выражения (8) и (10), получим для коэффициента восстановления соответственно

$$K \approx \frac{m_1}{m_2} + \frac{a_1}{a} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right); \quad (11)$$

$$K \approx \frac{m_1}{m_2} + \frac{\sin \frac{\alpha_1}{2}}{\sin \frac{\alpha_0}{2}} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right).$$

где a_1 – отклонение массы m_1 после удара с m_2 .

Вертикальные установки.

На рисунке 2 показана схема простейшей вертикальной установки. Она состоит из испытываемых соударяющихся тел 1 и 2, имеющих массы m^1 и m^2 , где $m_2 \geq m_1$, направляющей трубы 3, мягкой прокладки 4, захвата 5, удерживающего с помощью тонкого штыря 6 верхнюю массу m^1 . Вдоль трубы имеются сквозные прорезы, позволяющие регистрировать высоты сбрасывания H и подскока h .

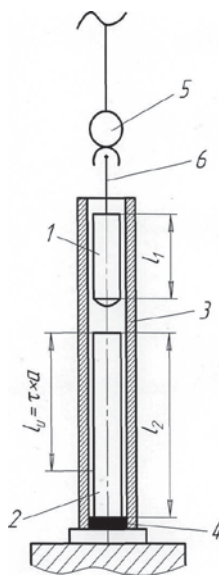


Рисунок 2 – Вертикальная установка:
1 и 2 – соударяющиеся тела;
3 – направляющая труба;
4 – прокладка;
5 – захват; 6 – штырь

Illustration 2 – The vertical installation:
1 and 2 – impact bodies; 3 – feed-tube; 4 – washer;
5 – seizure; 6 – dowel

В вертикальных установках скорости тел до и после удара можно определять по высотам h и H только в том случае, если силы трения пренебрежимо малы и тогда величина отскока

$$f_1 = \frac{u_1}{v_1} = \sqrt{\frac{h}{H}}$$

первого тела равна

Прорезы служат не только для наблюдения и измерения h и H , но и для уменьшения аэродинамического сопротивления, которое могло бы повлиять на результат при движении тел по трубе без отверстий.

При строгой вертикальности трубы и падающего тела между ними практически нет трения, т.к. сила трения пропорциональна нормальной составляющей давления, которая равна $N = P_i \cdot \cos \alpha = 0$.

При $\ell_2 \geq \frac{\tau}{2} a$, где τ – время удара, a – скорость распространения волны деформации по стержню 2, прокладка не успевает влиять на отскок массы m_1 , т.к. волна деформации приходит от места контакта уже после отскока. Преимущества такого простого способ.

Преимущества такого определения скоростей: не нужны специальные измерительные приборы, имеющие собственные дополнительные погрешности. Прокладку 4 лучше применять в виде мягкого пластического демпфера. Упругие пружинящие прокладки использовать не рекомендуется, т.к. из-за колебаний массы m_2 после удара можем получить вторичный отскок массы m_1 , который будет больше первого.

При малой высоте h можно не заметить первый отскок из-за его кратковременности и спутать его со вторым, который уже будет не ударного, а колебательного характера. Так, при высоте $h = 0,5$ см время подскока равно

$$t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 0,063$$

с, а последующий отскок при упругой прокладке может быть соизмеримым с H и быть больше h , из-за чего его можно спутать с первым отскоком. При демпфирующей подставке 4 также происходит вторичный отскок, но он должен быть значительно меньше первого.

Итак, в вышеприведенной установке имеем до удара скорости $v_1 = \sqrt{2gH}$ и $v_2 = 0$, после удара $u_1 = -\sqrt{2gh}$ и ско-

$$u_2 = \frac{m_1 v_1 - m_1 u_1}{m_2} = \frac{m_1}{m_2} (v_1 + u_1) = \frac{m_1}{m_2} (\sqrt{2gH} + \sqrt{2gh})$$

которую находим из закона сохранения количества движения. Коэффициенты отскока f_1 и восстановления K равны

$$f_1 = -\frac{u_1}{v_1} \sqrt{\frac{h}{H}}; f_2 = \frac{u_2}{v_1} = \frac{m_1}{m_2} (1 + f_1);$$

$$K = f_1 + f_2 = \frac{m_1}{m_2} (1 + f_1) + f_1 \quad (12)$$

Из уравнений (12) видно, что при $m_2 \gg m_1$ имеем $K \rightarrow f_1$. С помощью вертикальной уста-

новки можно достаточно точно и надежно определять опытные коэффициенты восстановления и отскока для случаев, когда наблюдается отскок f_1 , т.е. скорость противоположна по знаку скорости V_1 . Для этого более массивное тело ставится внизу, т.е. обязательно $m_2 > m_1$. Если $m_1 = m_2$ или $K \ll 1$, то имеем отскок

$$f_1 = \frac{Km - 1}{m + 1} \leq 0$$

, т.е. оба тела после удара движутся в одну и ту же сторону, а в данной установке – вниз. В таких случаях для опытного определения K и f_1 необходимо использовать установки другого типа, например с использованием энергии сжатой пружины.

Энергия пружины отдается бойку, который при отсутствии тела с массой m_2 взлетает на

высоту H . Определяется скорость $v_1 = \sqrt{2gH}$

. Затем тело массой m_1 под действием энергии пружины ударяет по телу массой m_2 . По высоте взлета h массы m_2 определяется скорость $u_2 = \sqrt{2gh}$. Скорость u_1 находится из закона сохранения количества движения:

$$u_1 = v_1 - \frac{m_2}{m_1} u_2$$

. Затем вычисляются опытные значения коэффициентов отскока и восстановления:

$$f_1 = -\frac{u_1}{v_1} = m \sqrt{\frac{h}{H}} - 1; \quad f_2 = \frac{u_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h}{H}};$$

$$K = \sqrt{\frac{h}{H}}(m + 1) - 1. \quad (13)$$

Эта вертикальная установка более сложная, в устройство добавляются новые элементы, непосредственно влияющие на распределение скоростей и энергий, значительно труднее добиться центральности соударения, поэтому накопление погрешностей у нее больше и больше будет разброс результатов измерений h и H .

Стенды с падающим ударником.

Скорости взаимодействия – от 1 до 20 м/с.

При таких скоростях удара работает большинство машин, стендов и установок с использованием энергии падающего груза, пневматики, гидравлики, электромагнитов, горючих смесей, деформации пружин, резиновых лент и т.п. Это копры, молотки, прессы, бурильные установки, механизированный ручной инструмент ударного действия и т.д.

Стенды с падающим ударником обычно выполняются в виде копра с направляющими струнами, уголками, трубами и т.д. Для достижения скоростей более 20 м/с копры с падающим грузом изготовлять нерационально, т.к. высота H их должна быть чрезмерно большой ($H > 20$ м). Сопротивление воздуха при скоростях 10 – 20 м/с (высота копра соответственно от 5 до 20 м) пренебрежимо мало и им можно пренебречь.

$F_c = ksV^2 = ks2gH$, где F_c – сопротивление воздуха, кг; s – площадь миделя, м²; k – численный коэффициент, зависящий от формы тела и имеющий, например, для шара значение $0,024 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-4}$. Для шаров мож-

но записать $P = \frac{4}{3} r \gamma s$, где r и P – радиус и вес шара, γ – плотность материала. Тогда

$$\frac{F_c}{P} = \frac{3kv^2}{4r\gamma}$$

. Например, для стальных шаров $\frac{F_c}{P} \approx 2.3 \cdot 10^{-6} \frac{v^2}{r}$, где v измеряется в м/с,

r – в м. При радиусе шара $r = 0,05$ м и скоростях $\frac{F_c}{P}$

1 м/с, 10 м/с, 50 м/с, 100 м/с соотношение P соответственно равно: $4,6 \cdot 10^{-5}$; $4,5 \cdot 10^{-3}$; 0,115; 0,46, т.е. сопротивление воздуха заметно влияет при скоростях 40 – 50 м/с или высоте копра 80 – 125 м. Для стальных стержней при их продольном движении площадь миделя заметно меньше на единицу веса, т.е. сопротивление воздуха F_c по отношению к весу стержня меньше, чем у шара. Если копер строго выверяется по вертикали, то сопротивлением направляющих струн, уголков и труб (в трубах должны быть сквозные щели и отверстия достаточной величины) можно пренебречь. Действительно, в строго вертикальных стендах направление силы веса падающего тела параллельно направляющим поверхностям, т.е. нормальное давление и, следовательно, сила трения скольжения стремится к нулю.

ОБСУЖДЕНИЕ

У машин, стендов и установок ограничение скорости удара зависит от прочности соударяющихся деталей машины. В настоящее время нет материалов, которые бы пластически не деформировались при скоростях нормального сближения более 10 – 15 м/с. В машинах ударного действия бойки изготавливаются в виде стержня-поршня, стакана, ступенчатого

ударника и т.д., т.е. ударяет боек только одной своей торцевой поверхностью, поэтому скорости удара ограничены до 10 м/с, максимум до 15 м/с, иначе ударная часть расклепывается, и бойки могут заклинить.

Копры по принципу накопления кинетической энергии.

Средние скорости взаимодействия – от 10 до 100 м/с.

Оснащение машинами, стендами и установками в этом диапазоне скоростей является недостаточным.

Существующие пневматические ружья позволяют разгонять бойки до скорости 100 м/с, однако диаметр разгоняемых шариков не превышает $0,5 \div 1,5$ см. Торец стержня, воспринимающего удар, помещается вблизи выхода трубы, чтобы обеспечить условия прямого центрального удара. Для испытаний шаров большого диаметра необходимо ствол брать достаточно большим и обеспечить сжатым воздухом внутреннюю полость трубы за время разгона шаров. Также необходимо в конце пути обязательно ставить датчики скорости, т.к. от удара к удару могут меняться перепады давления и силы сопротивления в клапанах и заслонках, т.е. всегда наблюдается заметный разброс и нестабильность результатов.

В последнее время были предложены устройства с применением принципа накопления кинетической энергии на большом пути во время разгона рабочего органа, [22]. Применяя маломощные и малогабаритные двигатели для разгона рабочего органа по круговой территории, можно достичь значительных скоростей и энергий, что позволяет использовать такие устройства – копры для ударных испытаний, [23], рисунок 3.

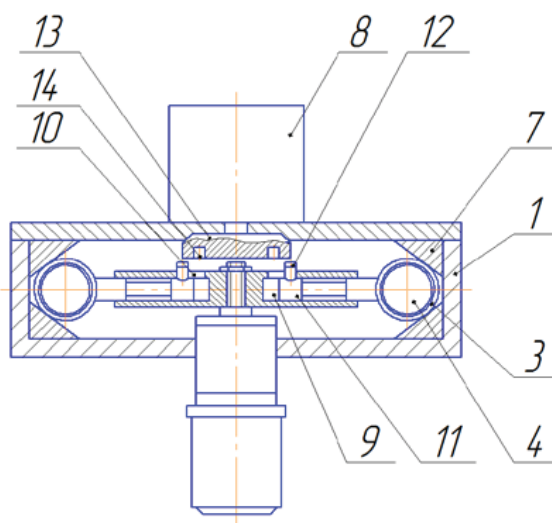
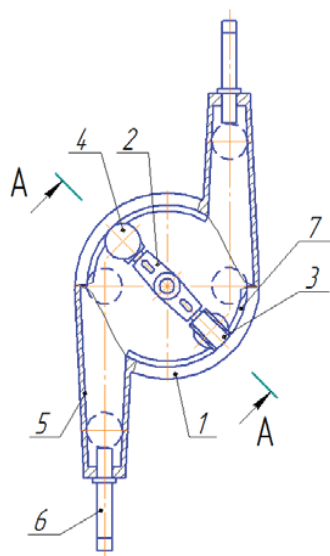


Рисунок 3 – Копер для ударных испытаний

1 – корпус; 2 – ротор; 3 – кольцо; 4 – боек;
5 – конусный ствол;
6 – испытуемый объект;
7 – тормозное устройство; 8 – привод;
9 – радиальные каналы; 10 – окна;
11 – шток; 12 – палец; 13 – фиксатор;
14 – гнездо

Illustration 3 – The pile-driver

1 – frame; 2 – rotor; 3 – ring; 4 – head;
5 – conic stem;
6 – experimental object; 7 – braking equipment; 8 – drive;
9 – radial hole; 10 – port; 11 – rod; 12 – pin;
13 – pawl; 14 – socket

В корпусе 1 на роторе 2 закреплены два шара – бойка 4. Бойки вставлены в держатели – кольца 3. По касательной к траектории движения бойков расположены конусные стволы 5, на концах которых устанавливаются испытуемые объекты 6. Тормозные устройства выполнены в виде желобов 7. Ротор приходит в движение с помощью электродвигателя. При разгоне бойков пальцы держателя 12 находятся в гнездах 14 фиксатора 13, штоки 11 прижаты к оси вращения и не задевают стенок желоба тормоза. При достижении необходимой скорости вращения оператор включает привод 8 – электромагнит, который через радиальные каналы 9 и окна 10 связан со штоками и кольцами. Под действием электромагнита фиксатор поднимается, пальцы высвобождаются из гнезд и штоки с кольцами и шарами-бойками под действием центробежных сил прижимаются к желобу тормозного устройства, а шары по инерции вылетают из тормозимых колец-держателей, попадают в конусные стволы и ударяют по испытуемому объекту. Отскок в конусе тормозных устройств значительно меньше, чем при ударе о гладкую поверхность, что приводит к большей стабильности выхода

бойков из колец и уменьшает разброс результатов испытаний. Скорость удара $v = \omega R_c$, где ω – угловая скорость, рад/с; R_c – радиус вращения бойка от оси вращения до центра тяжести бойка – шара. Такой стенд позволяет определять параметры удара: коэффициенты восстановления, ускорения, перегрузки и др. характеристики процессов взаимодействия в широком диапазоне скоростей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретическое или экспериментальное определение величин коэффициентов восстановления необходимо для расчета динамики бойков и инструментов в строительных и горных машинах ударного действия: механизированных молотах, молотках и перфораторах; вычисления КПД и энергии ударов; проектирования узлов этих механизмов. Выполнен анализ изменения величины коэффициента восстановления от геометрии соударяющихся тел простых форм и показаны современные методики расчета. Для сложных форм бойков и инструментов показаны способы опытного определения коэффициента восстановления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zhukov I.A. Rational designing two-stage anvil blocks of impact mechanisms / I.A. Zhukov, V.V. Molchanov // Advanced Materials Research.-2014.- Vol.1040.- P.699- 702.
2. Zhukov I.A. Development of the anvil blocks forms of impact machines as composition of different materials / I.A. Zhukov, E.V. Sarakhanova, Ya.A. Andreeva // AIP Conference Proceedings.-2014.-Vol.1623.- P. 663- 666.
3. Zhukov I.A. About creation of machines for destruction of rock with formation of apertures of various cross-section / I.A. Zhukov, L.T. Dvornikov, S.M. Nikitenko // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering.-2016.- Vol. 124.- №1.- P.012171.
4. Zhukov I.A., Dvornikov L.T. New constructive solutions of anvil-blocks of percussion mining machines.- North Charleston: CreateSpace.- 2015.- 130 p.
5. Daimaruya M. Impact end stress and elastic response of a finite length bar with a variable cross-section colliding with a rigid wall / M. Daimaruya, M. Nalton, S. Tanimura // Journal of Sound and Vibration.-1988.- Vol. 121.- №1.- P. 105- 115.
6. Wada H. Error in response calculations for extensional vibrations of bars / H. Wada // Earthquake Engineering and

Structural and Structural Dynamics.-1986.- Vol.-14.-№1.- P.121- 132.

7. Wittrick W. Some observations on the dynamic equations of prismatic members in compression / W. Wittrick // International Journal of Mechanical Sciences.- 1985.- Vol.27/- №6.- P.375- 382.

8. Абрамов А.Д. Создание ручных форсированных электрических машин ударного действия для строительно-монтажных работ : автореф. дис. ... д-р техн. наук. Новосибирск, 2013. 33с.

9. Дворников Л.Т., Жуков И.А., Дворников Л.Т. Продольный удар полукатеноидальным бойком. Новокузнецк: СибГИУ, 2006. 80 с.

10. Галдин Н.С., Галдин В.Н., Егорова Н.Н. Оптимизационный синтез основных параметров гидравлических импульсных систем строительных машин // Вестник СибАДИ. 2013. №6 (34). С.73 – 77.

11. Щербаков В.С., Галдин В.Н. Основные показатели гидравлических импульсных систем строительных машин // Вестник СибАДИ. 2013. №1(29). С. 47- 51.

12. Тарасов В.Н., Бояркин Г.Н. Теория удара в теоретической механике и ее приложение в строительстве. Омск : Изд-во ОмГТУ, 1999. 120 с.

13. Алимов О.Д., Басов С.А. Гидравлические виброударные системы. М. : Наука, 1990. 352 с.

14. Репин А.А., Тимонин В.В., Алексеев С.Е. и др. Повышение мощности малогабаритных погружных пневмоударников // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2016. №6. С. 86 – 93.

15. Саруев Л.А., Кузнецов И.В., Васенин С.С. Исследование и оценка энергоэффективности современных машин ударного действия // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. №4 (1). С. 473 – 476.

16. Тамбовцев П.Н., Абраменков Э.А. Пневмомолот для вертикального погружения строительных элементов // Строительные и дорожные машины. 2014. №9. С. 20 – 24.

17. Тимонин В.В. Погружные пневмоударники для подземных условий отработки месторождений // Горное оборудование и электромеханика. 2015. С. 363 – 370.

18. Корытов М.С., Щербаков В.С., Шершнева Е.О. Обоснование значений коэффициентов регуляторов гашения колебаний груза мостового крана // Вестник СибАДИ. 2017. №1(53). С. 12 – 17.

19. Чернявский Д.И. Определение параметров удара при упругопластических деформациях в зоне контакта : монография. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2000. 88 с.

20. Чернявский Д.И. Определение параметров удара в машинах ударного действия : монография. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2009. 136 с.

21. Стихановский Б.Н. Процессы удара : монография. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. 324 с.

22. Стихановский Б.Н., Стихановская Л.М. Строительные и дорожные машины с рекуператором кинетической энергии // Вестник СибАДИ. 2016. №1(47). С. 22 – 27.

23. Пат. 163315 Российская Федерация. G01 М 7/ 00 Копер для ударных испытаний / Б.Н. Стихановский, Е.С. Чернова. Оpubл. 10.06.2016. Бюл.№16.

DEFINITION OF COEFFICIENTS RECOVERY SPEEDS AT IMPACT OF THE STRIKER ON THE TOOL AT THE NODES OF CONSTRUCTION AND MINING MACHINES

B.N. Stikhanovskiy, L.M. Stikhanovskaya

ANNOTATION

The processes of value changing of the restitution coefficient in a direct central impact of deformable bodies are presented, because values of the restitution coefficient are necessary for calculation the

striker dynamics and the tool in the construction mechanisms and mining machines. The of kinetic energy loss of the colliding bodies after each impact is interrelated with the module of the restitution coefficient, which can vary for the same material from 0 to 1 at a different geometry of the interacting bodies. The analysis of the coefficient changes because of the recovery factor from the geometry of the colliding bodies is shown. At low impact velocities, when the bodies have the same shape and weight or when they hit the rod or the globe on a massive and hard obstacle, the recovery factor is approximately equal 1. When short rod hits to long and with the same diameters and the materials of the bodies, the restitution coefficient is equal the ratio of the lengths of the rods and it is also equal zero at impact of the rod on a thin plate. It is more rational to determine the restitution coefficient experimentally for bodies of complex shape. Experimental setup for determination of the recovery coefficient is observed, when it is theoretically difficult to calculate, especially at small impact velocities on horizontal and vertical stands or at medium and high speeds, or in Koper, operating on the principle of accumulation of energy for the shot. It is possible to vary not only the different geometry and materials of the colliding bodies, but also their convergence rate before contact.

KEYWORDS: restitution coefficient, velocity, impact, kinetic energy, tool, construction and mining machinery, striker.

REFERENCES

1. Zhukov I.A., Molchanov V.V. Rational designing two-stage anvil blocks of impact mechanisms. Advanced Materials Research, 2014, Vol.1040, pp.699 – 702.
2. Zhukov I.A., Sarakhanova E.V., Andreeva Ya.A. Development of the anvil blocks forms of impact machines as composition of different materials. AIP Conference Proceedings, 2014, Vol.1623, pp. 663 – 666.
3. Zhukov I.A., Dvornikov L.T., Nikitenko S.M. About creation of machines for destruction of rock with formation of apertures of various cross-section. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016, Vol. 124, no.1, pp.012171.
4. Zhukov I.A., Dvornikov L.T. New constructive solutions of anvil-blocks of percussion mining machines. North Charleston: CreateSpace, 2015, 130 p.
5. Daimaruya M., Nalton M., Tanimura S. Impact end stress and elastic response of a finite length bar with a variable cross-section colliding with a rigid wall. Journal of Sound and Vibration, 1988, Vol. 1, no 1, pp 105- 115.
6. Wada H. Error in response calculations for extensional vibrations of bars Earthquake. Engineering and Structural and Structural Dynamics, 1986, Vol.14, no 1, pp.121 – 132.
7. Wittrick W. Some observations on the dynamic equations of prismatic members in compression. International Journal of Mechanical Sciences, 1985, Vol.27, no.6, pp375 – 382.
8. Abramov A.D. Sozdanie ruchnih forcirovannih elektricheskikh mashin udarnogo deictviya dlya stroitelno-montashnih rabot [Creating manual uprated electric machines percussion for construction works]. author. dis. doctor. tech. Sciences. Novosibirsk, 2013. 33p.
9. Dvornikov L.T., Zhukov I.A. Prodolnyi udar polukatenoidalnim boikom [Longitudinal impact polyaminoamide strike]. Novokusnezhsk, 2006. 80 p.
10. Galdin N.S., Galdin V.N., Egorova N.N. Optimizatsionnyi sintez osnovnykh parametrov gidravlicheskih impulsnykh system stroitelnykh mashin [Optimization synthesis of the main parameters of hydraulic pulse systems of building machines]. Vestnik SibADI, 2013, no 6(34), pp. 73 – 77.
11. Shcherbakov V.S., Galdin V.N. Osnovnye pokazateli gidravlicheskih impulsnykh system stroitelnykh mashin [Basic indicators of hydraulic pulse systems of building machines]. Vestnik SibADI, 2013, no1 (29), pp. 47 – 51.
12. Tarasov V. N., Boyarkin G.N. Teoriya udara v teoreticheskoi mehanike i ee prilozhenie v stroitelstve [The theory of impact in theoretical mechanics and its application in

construction]. Omsk: publishing house Omsk state technical University, 1999. 120 p.

13. Alimov O.D., Basov S.A. Gidravlicheskie vibroudarnie sistemi [Hydraulic vibro-impact systems]. Moskov, Nauka, 1990. 352 p.

14. Repin A.A., Timonin V.V, Alekseev S.E., Povishenie moshnosti malogabaritnykh pogrushnykh pnevmoudarnikov [Improving the capacity of small-sized submersible air hammers]. Physical-technical problems of mining, 2016, no 6, pp. 86 – 93.

15. Saruev L.A., Kuznetsov I.V., Vasenin S.S. Issledovanie I otsenka energoeffektivnosti sovremennykh mashin udarnogo deistviya [Study and evaluation of the efficiency of modern machines percussion Mining]. Information-analytical Bulletin (scientific and technical journal), 2013, no 4(1), pp. 473 – 476.

16. Tambovtsev P.N., Abramnikov E.A. Pnevnomolot dlya vertikalnogo pogrusheniya stroitelnykh elementov [Air hammer for vertical immersion of building elements]. Construction and road machines, 2014, no 9 pp. 20 – 24.

17. Timonin V. Pogrushnie pnevmoudarniki dlya podzemnykh usloviy obrabotki mestoroshdeniy [Submersible air hammers for underground working conditions fields]. Mining machinery and electromechanics, 2015. pp. 363 – 370.

18. Korytov M.S., Shcherbakov V.S., Shershneva E.O. Obosnovanie znacheniy koeffitsientov regulirov gasheniya kolebaniy gruzha mostovogo krana [the study of the values of the coefficients of the controllers the damping of the load bridge crane]. Vestnik SibADI, 2017, no 1 (53), pp. 12 – 17.

19. Chernyavskiy D I. Opredelenie parametrov udara pri uprugoplasticheskikh deformatsiyah v zone kontakta [Determination of the parameters of impact in elastic-plastic deformations in the contact zone]. Omsk, Publishing house Omgut, 2000. 88 p.

20. Chernyavskiy D.II. Opredelenie parametrov udara v mashinakh udarnogo deistviya [Determination of parameters of impact in the machines percussion]. Omsk, Publishing house Omgut, 2009. 136p.

21. Stikhanovskiy B. N. Protsessi udara [Shot process]. Omsk, Publishing house Omgut, 2010. 324 p.

22. Stikhanovskiy B. N., Stikhanovskaya I.M. Stroitelnye I dorozhnye mashiny s rekuperatorom kineticheskoy energii [Construction and road machines with heat recovery of the kinetic energy]. Vestnik SibADI, 2016, no 1(47), pp. 22 – 27.

23. Stikhanovskiy B.N., Chernova E.S. Koper dlya udarnykh ispitaniy [Hammer to impact test]. Patent RF, no 163315, 2016.

Стихановский Борис Николаевич – доктор технических наук, профессор Омского государственного университета путей сообщения (644046, г.Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: bstish@mail.ru).

Стихановская Любовь Михайловна – кандидат технических наук, доцент Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (644080, г.Омск, пр. Мира, 5, e-mail: stikhanovskaya@gmail.com).

Stikhanovskaya Lubov Mikhailovna – candidate of technical Sciences, associate Professor Sibirskaya State Automobile and Highway University (644080, Mira, 5 prospect, Omsk, Russia, stikhanovskaya@gmail.com).

Р.Ю. Сухарев, В.В. Танский
ФГБОУ ВО «СиБАДИ», г. Омск, Россия

Введение. Основной особенностью эксплуатации кранов-трубоукладчиков является работа в сложных грунтовых условиях, что существенно влияет на режим работы машины. Данный фактор является одной из основных причин, приводящих к раскачиванию груза на стреле крана-трубоукладчика и, как следствие, аварийным и нештатным ситуациям. В работе рассмотрены вынужденные колебания груза на стреле крана-трубоукладчика, причины их возникновения и проблемы, к которым они приводят. Рассмотрены инженерные решения предшественников. Обоснован новый подход к решению данных проблем.

Материалы и методы: обоснована расчетная схема крана-трубоукладчика, приняты допущения, введены системы координат, составлена математическая модель крана-трубоукладчика.

Результаты: построены следующие временные зависимости: отклонение груза в поперечной плоскости крана-трубоукладчика (горизонтальные колебания), отклонение груза в продольной плоскости крана-трубоукладчика, крен базовой машины, изменение грузового момента. Определено влияние горизонтальных колебаний груза на изменение грузового момента и возникновение вертикальных колебаний.

Обсуждение и заключение: дана оценка влияния горизонтальных колебаний на изменение грузового момента и, как следствие, отрицательного влияния на устойчивость крана-трубоукладчика.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кран-трубоукладчик, колебания, груз, грузовой момент, устойчивость, расчетная схема, однородные координаты, микрорельеф, отклонение груза.

Сложность прокладки трубопровода зачастую связана с удаленностью объектов строительства, с их расположением в болотистых районах со слабыми или вечномерзлыми грунтами [6,7,8]. В процессе укладки трубопровода в траншею нагрузка на крюке крана-трубоукладчика (КТ) изменяется в большом диапазоне [10] – от нулевой до максимальной. Причина такого колебания груза – это изменение высотного положения одного КТ относительно другого вследствие преодоления неровностей микрорельефа, а также колебания, возника-

ющие в системе [2,20]. Наличие неровностей микрорельефа при выполнении работ по обустройству газовых и нефтяных месторождений, прокладке трубопровода является одним из основных негативно влияющих факторов [8].

На сегодняшний день в работах предшественников рассматриваются вертикальные колебания трубопровода, приводящие к неравномерному распределению массы трубопровода и, как следствие, потере устойчивости КТ. Раскачивание трубопровода в горизонтальной плоскости в процессе укладки трубопровода может привести к удару трубы о стенку траншеи или стрелу КТ, что в свою очередь при-

водит к повреждению изоляции трубопровода и самой трубы. При наличии горизонтальных колебаний трубопровода снижается точность производимых работ и уменьшение скорости их выполнения. Существуют инженерные решения, направленные на снижение амплитуды колебания груза на стреле КТ[15,16,17,18], более старые решения хорошо рассмотрены в статье [19], однако вопрос влияния горизонтальных колебаний на изменения грузового момента и возникновения вертикальных колебаний раскрыт не полностью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На рисунке 1. представлена расчетная схема КТ. При составлении схемы были приняты следующие допущения: КТ является стационарной и голономной системой, кран представляет собой шарнирно-сочлененный многозвенник с наложенными на него упругими и динамическими связями, внешние силы, действующие на КТ, являются сосредоточенными, люфты и силы сухого трения в шарнирах отсутствуют [2,4].

Для оценки угловых перемещений КТ в поперечной плоскости были заданы следующие системы координат: инерциальная $O_0X_0Y_0Z_0$, локальная $O_1X_1Y_1Z_1$ – поворот базовой машины на угол α_1 , локальная $O_2X_2Y_2Z_2$ – поворот стрелы на угол α_2 и локальная $O_3X_3Y_3Z_3$ – поворот грузового каната на угол α_3 . Расположение систем координат показано на рисунке 1. Все системы координат правые.

Введены обобщенные координаты, обозначение которых представлено в таблице 1,

Согласно методике однородных координат [1,2,3,5,9] были составлены матрицы перехода A_i от локальных систем координат к инерциальной. Получены матрицы скоростей U_{ij} . Координаты и скорости точек упруго-вязких тел описываются матрицами соответствующих звеньев, к которым принадлежат тела[11, 12].

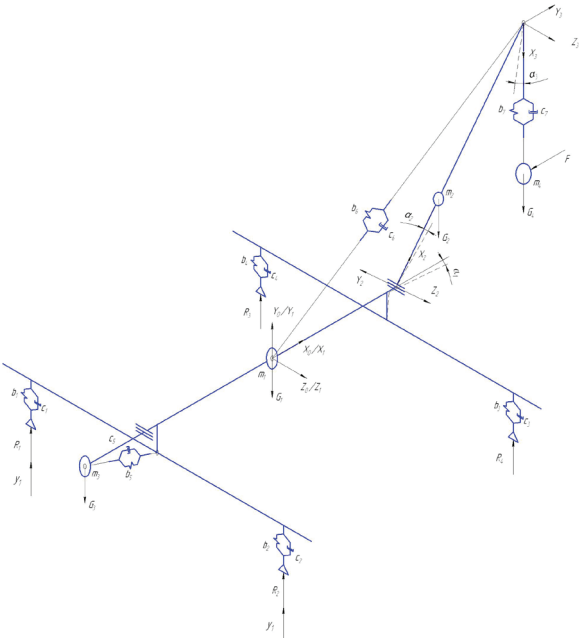


Рисунок 1 – Расчетная схема крана-трубоукладчика

Drawing 1 – The design diagram of the pipe-laying crane

Полученные матрицы позволили составить уравнение Лагранжа второго рода в векторно-матричной форме для вынужденных колебаний системы [13, 14].

Таблица 1.

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ УГЛОВЫМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ И ОБОБЩЕННЫМИ КООРДИНАТАМИ

Table 1.

CORRESPONDENCE BETWEEN ANGULAR DISPLACEMENTS AND GENERALIZED COORDINATES

Перемещение/Moving	Обобщенная координата/ The generalized coordinate
Поворот базового трактора на угол α_1 (крен)/ Turn the basic tractor to an angle α_1 (heeling)	q_1
Поворот стрелы в на угол α_2 / Rotating the boom in an angle α_2	q_2
Поворот грузового каната на угол α_3 / Turning the cargo rope to an angle α_3	q_3

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \text{tr}[U_{ij} H_i U_{iv}^T] q_j'' + \\ & + \sum_{u=1}^7 \sum_{j=1}^3 \text{tr}[M_{uj} B_u M_{uv}^T] q_j' + \\ & + \sum_{u=1}^7 \sum_{j=1}^3 \text{tr}[M_{uj} N_u M_{uv}^T] q_j + \\ & + \sum_{i=1}^3 m_i g G^T U_{iv} \vec{R}_i = \vec{F}_r U_{iv} \vec{R}_{ir}, \quad (1) \end{aligned}$$

где 3 – количество звеньев, 3 – количество степеней свободы, 7 – количество упругих элементов, U_{ij} – матрица скорости i -го элемента по j -й координате, H_i – матрица инерционности i -го элемента, M_{uj} – матрица деформации u -го упругого элемента по j -й координате, N_u – матрица упругости, B_u – матрица вязкости u -го упругого элемента, G^T – вектор сил тяжести звеньев системы, $\vec{R}_i$ – радиус вектор i -го звена, m_i – масса i -го звена, M_{uv}^T – транспонированная матрица деформации u – упругого элемента, U_{iv}^T – транспонированная матрица скорости i -го элемента; q_j – обобщенная

координата по степени свободы j , $\vec{F}_r$ – внешняя сила, приложенная к i -му звену расчетной схемы, U_{iv} – матрица скорости i -го элемента, $\vec{R}_{ir}$ – вектор в локальной системе координат звена точки приложения силы.

С целью изучения влияния горизонтальных колебаний груза на стреле крана - трубоукладчика на возникновение вертикальных колебаний был проведен машинный эксперимент. На рисунке 1 показана схема его проведения.

В ходе эксперимента на правую гусеницу КТ подавалось возмущение y_b со стороны микрорельефа, импульсное воздействие, что приводило к вынужденным колебаниям груза. С целью выявления взаимосвязи отклонения груза в горизонтальной плоскости на его вертикальные колебания сравнивались следующие временные зависимости:

- отклонение груза по оси X , как плечо центра масс груза l_{ep} – расстояние от ребра опрокидывания до центра масс груза;

- отклонение груза по оси Y как расстояние от опорной поверхности до центра масс груза;
- угол крена базовой машины α ;
- изменение M_{ep} грузового момента.

Грузовой момент рассчитывался по формуле 2 [2]

$$M_{ep} = G_{ep} \cdot l_{ep}, \quad (2)$$

где: G_{ep} – вес груза, l_{ep} – текущее плечо центра масс груза относительно ребра опрокидывания [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из рисунка 2 видно, что колебания высотной координаты груза по Y убывают неравномерно, периодически возрастают, что вызвано колебанием угла крена крана – трубоукладчика. Рассмотрим участок кривой на верхнем графике (колебание груза по оси X) от точки 1 до точки 2, что соответствует раскачиванию груза, уже воспринявшего возмущающее воздействие, от самой ближней точки к ребру опрокидывания до самой дальней. Из графика видно, что по мере удаления груза от ребра опрокидывания возрастает l_{ep} , что соответственно приводит к увеличению M_{ep} . По мере увеличения грузового момента возрастает и значение по модулю угла крена базовой машины, достигая максимума (точка 6), одновременно с грузовым моментом (точка 8).

Таким образом груз, совершая колебания в сторону от стрелы, возвращается не на высоту с учетом затухания колебаний, а на высоту с учетом крена базовой машины, вследствие изменения грузового момента и с учетом затухания колебаний (точка 4).

В случае подачи возмущения со стороны груза происходит отклонение его в сторону от стрелы. Наблюдается тот же характер затухания колебаний по Y и изменения грузового момента, что и в первом случае, рисунок 3.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горизонтальные колебания груза приводят к колебанию грузового момента и как результат вертикальным колебаниям груза.

Такое взаимовлияние повышает вероятность возникновения аварийных ситуаций в ходе производства работ, так как способствует процессу накопления колебаний в системе вследствие изменения грузового момента.

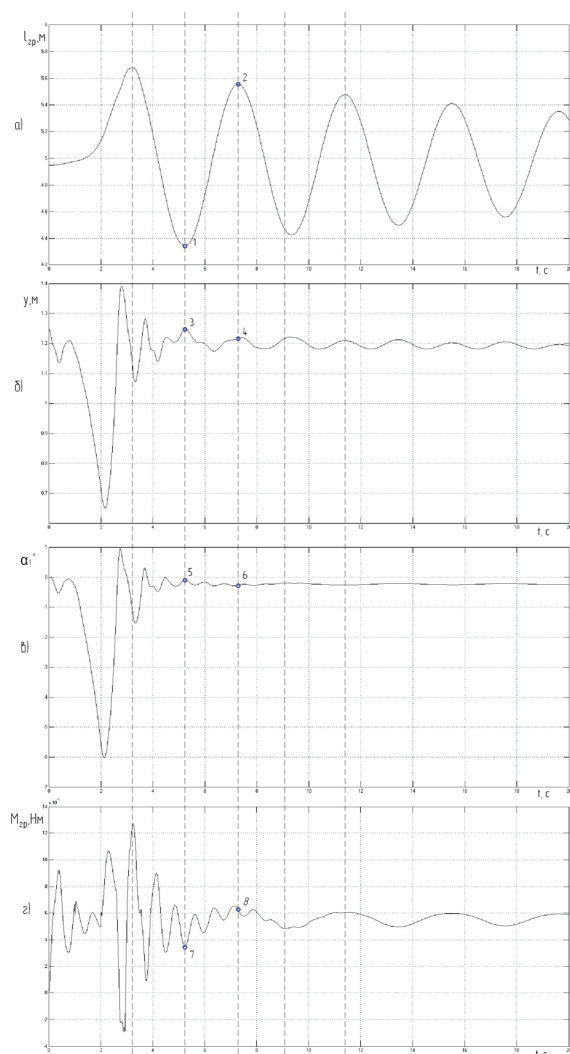


Рисунок 2:

- а) отклонение груза по оси X_0 ;
б) отклонение груза по оси Y_0 ; в) крен базовой машины;
г) изменение грузового момента;
иллюстрация 2:
а) deviation of cargo along the X_0 axis;
б) deviation of cargo along the Y_0 axis;
в) roll of the base machine; г) change of cargo moment

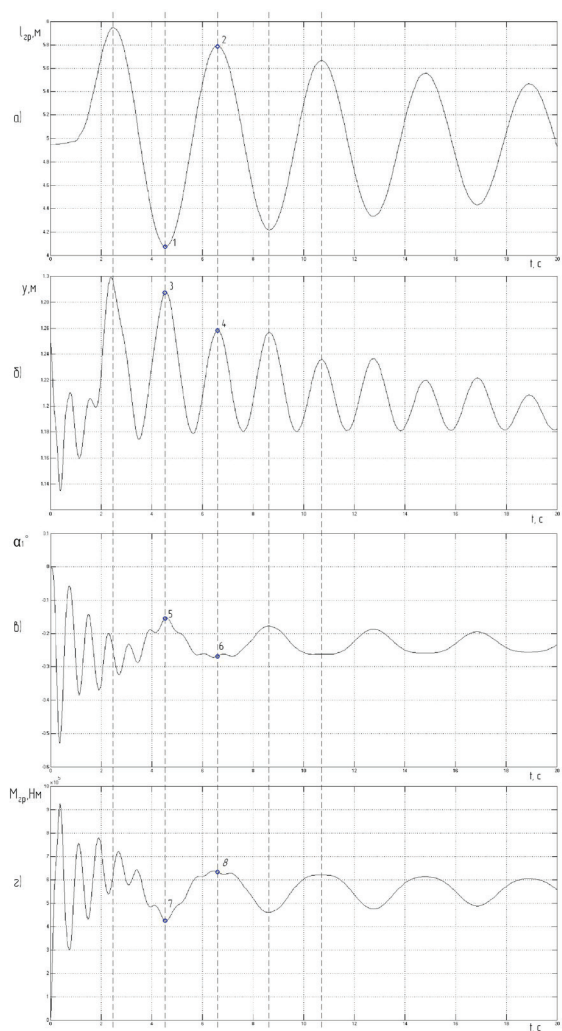


Рисунок 3:

- а) отклонение груза по оси X_0 ;
б) отклонение груза по оси Y_0 ; в) крен базовой машины;
г) изменение грузового момента;
иллюстрация 3:
а) deviation of cargo along the X_0 axis;
б) deviation of cargo along the Y_0 axis;
в) roll of the base machine; г) change of cargo moment

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щербаков В.С., Корытов М.С., Котыкин С.В. Система автоматизации моделирования стреловых грузоподъемных кранов. Омск : СибАДИ, 2012. 143 с.
2. Щербаков В.С., Шабалин А. Н., Корытов М.С. Методы управления комплектом машин трубоукладочной колонны. Омск : СибАДИ, 2014. 151 с.
3. Щербаков В.С., Сухарев Р.Ю. Совершенствование системы управления рабочим органом цепного траншейного экскаватора. Омск : СибАДИ, 2011. 149 с.
4. Танский В.В. Влияние координат точки крепления уравнивающего каната на колебания груза крана – трубоукладчика // Вестник СибАДИ. 2017. № 1(53). С. 48 – 53.
5. Щербаков В.С., Реброва И.А., Корытов М.С., Постухова Е.И. Автоматизация процесса моделирования траектории движения рабочего органа робота манипулятора.

Омск: Филиал ГОУ ВПО «Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности» в г. Омске. 2009. 120 с.

6. Горбатилов В.А., Соколов С.М., Пальянов П.А. Проектирование обустройства нефтяных месторождений и его научное обоснование // Нефтяное хозяйство. 2005. № 9. С. 114 – 119.
7. Минкин М.А., Потапова О.А. Особенности обустройства нефтяных и газовых месторождений России и основания и фундаменты зданий и сооружений // Вестник Московского государственного строительного университета. 2006. № 1. С. 180 – 187.
8. Попов М.Ю., Осипов С.П. Особенности эксплуатации стреловых кранов и кранов-трубоукладчиков в режиме перемещения с грузом в условиях промышленного бездорожья // Механизация строительства. 2013. № 11(833). С. 22 – 25.

9. Система управления краном – трубоукладчиком исключая опрокидывание трубоукладочной колонны/ Шабалин А.Н. // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (с международным участием) «Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования». Омск. 2012. С. 83 – 87.

10. Семин Е.Л. Капитальный ремонт магистральных трубопроводов с применением грунтовых и инвентарных опор // Трубопроводный транспорт: теория и практика. № 4(26). 2011. С. 25 – 27.

11. Щербаков В.С., Милушенко С.А. Совершенствование системы управления выглаживающей плитой асфальтоукладчика. Омск: СибАДИ. 2010. 161 с.

12. Щербаков В.С., Корытов М.С., Григорьев М.Г. Автоматизация проектирования устройств управления положением платформы строительной машины. Омск: СибАДИ. 2011. 119 с.

13. Щербаков В.С., Корытов М.С., Архипенко М.Ю., Камуз Н.А. Стабилизация несущей платформы в горизонтальной плоскости // Строительные и дорожные машины. 2013. № 2. С. 36 – 40.

14. Щербаков В.С., Корытов М.С., Камуз Н.А. Методика проверки положения грузоподъемного крана в про-

странстве конфигураций по ограничению на устойчивость // Материалы 66-й Междунар. науч.-практ. конф. «Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России». Омск, 2012. С. 408 – 412.

15. Кран-трубоукладчик: пат. 131 371 Российская Федерация, МПК В66С23/88./ Щербаков В.С., Шабалин А.Н. № 2013115403/11. 2 с.

16. Кран-трубоукладчик: пат. 140 492 Российская Федерация, МПК В66С23/88./ Щербаков В.С., Шабалин А.Н. № 2013155099/11. 2 с.

17. Кран-трубоукладчик: пат. 158 094 Российская Федерация, МПК В66С23/26./ Щербаков В.С., Корытов М.С., Танский В.В. № 2015120191/11. 2 с.

18. Кран-трубоукладчик: пат. 158 181 Российская Федерация, МПК В66С23/26./ Щербаков В.С., Танский В.В. № 2015120193/11. 2 с.

19. Шабалин А.Н. Система стабилизации нагрузки на кран – трубоукладчик // Вестник СибАДИ. 2013. № 2(30). С. 29 – 34.

20. Танский В.В. Обоснование расчетной схемы крана-трубоукладчика // Техника и технологии строительства. 2017. № 4(8). С. 54 – 60.

THE INFLUENCE OF THE HORIZONTAL LOAD VIBRATIONS OF THE CRANE-PIPE LAYING MACHINE GIBBET ON THE LOAD MOMENT STABILITY

R.Yu. Sukharev, V.V. Tanskiy

ANNOTATION

Introduction: the main feature of operation of cranes-pipe layers is work in difficult ground conditions, which significantly affects the operating mode of the machine. This factor is one of the main reason leading to the rocking of the load on the crane-pipe laying machine gibbet and as a consequence it leads to emergency and contingency situations. In the research the forced vibration of the load on the crane-pipe layer gibbet and the causes of their occurrence and the problems to which they lead are observed. Engineering solutions of predecessors are considered. A new approach to the solution of these problems is proved.

Materials and methods: the design scheme of the crane-pipe laying machine is justified, assumptions are accepted, coordinate systems are introduced, and a mathematical model of the crane-pipe-laying machine is compiled.

Results: the following time dependences are constructed: the deflection of the cargo in the transverse plane of the crane-pipe layer (horizontal vibrations), the deflection of the cargo in the longitudinal plane of the pipe laying crane, the roll of the base machine, the change in the load moment are also constructed. The influence of the horizontal vibrations of the load on the change in the load moment and the occurrence of vertical vibrations is determined.

Discussion and conclusion: the effect of horizontal vibrations on the change of the load moment is evaluated and as a consequence of the negative effect on the stability of the crane-pipe laying machine is presented.

KEYWORDS: Crane-pipe laying machine, vibrations, cargo, load moment, stability, design scheme, homogeneous coordinates, microrelief, load deflection.

REFERENCES

1. Sherbakov V.S., Koritov M.S., Kotkin S.V. Sistema avtomatizatsii modelirovaniya strelovykh gruzopod'yemnykh kranov [The automation system simulation jib cranes]. Омск, SibADI, 2012, 143 p.

2. Sherbakov V.S., Koritov M.S., Shabalin A. N. Metody

upravleniya komplektom mashin truboukladochnoy kolonny [A set of management practices of the column pipe-laying machines]. Омск, SibADI, 2014, 151 p.

3. Sherbakov V.S., Sukharev R.Y. Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya rabochim organom tsepnogo transheynogo ekskavatora [Improving governance working body of the chain trencher]. Омск, SibADI, 2011, 149 p.

4. Tanskiy V.V. Vliyaniye koordinat tochki krepleniya uravnovesivayushchego kanata na kolebaniya gruzu kрана – truboukladchika [Effect reference point mount counterbalancing ropes wavering cargo pipe-laying crane]. Vestnik Sibadi, 2017, no 1(53), pp. 48-53.

5. Sherbakov V.S., Koritov M.S., Postukhova E.I. Avtomatizatsiya protsessa modelirovaniya trayektorii dvizheniya rabochego organa robota manipulyatora [Automation simulation trajectory of the working body of the robot manipulator]. Omsk, SibADI, 2009, 120 p.

6. Gorbatiykov V.A. Proyektirovaniye obustroystva neftyanykh mestorozhdeniy i yego nauchnoye obosnovaniye [Designing the arrangement of oil fields and its scientific justification]. Neftyanoye khozyaystvo – Oil Industry, 2005, no 9, pp. 114 – 119.

7. Minkin M.A., Potapov O.A. Osobennosti obustroystva neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy Rossii i osnovaniya i fundamentey zdaniy i sooruzheniy [Features of the arrangement of oil and gas fields in Russia and the foundations and foundations of buildings and structures]. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta – Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering, 2006, no 1, pp. 180 – 187.

8. Popov M.Y., Osipov S.P. Osobennosti ekspluatatsii strelovyykh kranov i kranov-truboukladchikov v rezhime peremeshcheniya s gruzom v usloviyakh promyslovogo bezdorozh'ya [Features of operation of jib cranes and pipe-laying cranes in the mode of moving with cargo in off-road fishing conditions]. Mekhanizatsiya stroitel'stva - Mechanization of construction, 2013, no №11(833), pp. 22 – 25.

9. Shabalin A. N. Sistema upravleniya kranom – truboukladchikom isklyuchayushchaya oprokidyvaniye truboukladchnoy kolonny [The control system of the crane - the pipe laying device, which excludes the overturning of the pipe-laying column]. Materialy VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii FGBOU VPO «SibADI» «Razvitiye dorozhno-transportnogo kompleksa i stroitel'noy infrastruktury na osnove ratsional'nogo prirodopol'zovaniya» [Materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference «SibADI» «The development of the road transport complex and the construction infrastructure on the basis of rational nature management»], 2012. pp. 83 – 87.

10. Semin E.L. Kapital'nyy remont magistral'nykh truboprovodov s primeneniym gruntovykh i inventarnykh opor [Overhaul of main pipelines using ground and inventory supports. Pipeline transport: theory and practice]. Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika – Pipeline transport: theory and practice, 2011, no №4(26), pp. 25 – 27.

11. Sherbakov V.S., Milyshenko S.A. Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya vyglazhivayushchey plitoy asfal'toukladchika [Improving governance screed paver]. Omsk, SibADI, 2010. 161 p.

12. Sherbakov V.S., Koritov M.S., Grigorev M.G. Avtomatizatsiya proyektirovaniya ustroystv upravleniya polozheniyem platformy stroitel'noy mashiny [Design automation controls the position of a construction machine platform] Omsk, SibADI, 2011, 119 p.

13. Sherbakov V.S., Koritov M.S., Arkhipenko M.Y., Kamuz N.A. Stabilizatsiya nesushchey platformy v gorizontallyy ploskosti [Stabilization of the support base horizontally].

Stroitel'nyye i dorozhnyye mashiny - Building and road machines, 2013, no 2, pp. 36 – 40.

14. Sherbakov V.S., Koritov M.S., Kamuz N.A. Metodika proverki polozheniya gruzopod'yemnogo kрана v prostranstve konfiguratsiy po ogranicheniyu na ustoychivost' [Methods of checking the position of the crane in the configuration space to limit the stability]. Materialy 66-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Oriyentirovannyye fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya – osnova modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya arkhitekturno-stroitel'nogo i dorozhno-transportnogo kompleksov Rossii» [Materials of the 66th Intern. scientific-practical. Conf. «Oriented fundamental and applied research is the basis for modernization and innovative development of the architectural, construction and road transport complexes of Russia»], 2012, no 66, pp. 408 – 412.

15. Sherbakov V.S., Shabalin A. N. Kran – truboukladchik [Pipe-laying crane]. Patent RF, no 2013115403/11, 2013.

16. Sherbakov V.S., Shabalin A. N. Kran – truboukladchik [Pipe-laying crane]. Patent RF, no 2013155099/11, 2013.

17. Sherbakov V.S., Koritov M.S., Tanskiy V.V. Kran – truboukladchik [Pipe-laying crane]. Patent RF, no 2015120191/11, 2015.

18. Sherbakov V.S., Tanskiy V.V. Kran – truboukladchik [Pipe-laying crane]. Patent RF, no 2015120193/11, 2015.

19. Shabalin A. N. Sistema stabilizatsii nagruzki na kран – truboukladchik [The system for stabilizing the load on the pipe – laying crane] Vestnik Sibadi, 2013, no 2 (30), pp. 29 – 34.

20. Tanskiy V. V. Obosnovaniye raschetnoy skhemy kрана-truboukladchika [Justification of the design scheme of the pipe-laying crane] Tekhnika i tekhnologii stroitel'stva, 2017, no 4 (8), pp. 54 – 60.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сухарев Роман Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, кафедра «АППиЭ», доцент, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: suharev_ry@sibadi.org).

Sukharev Roman Yurievich – Ph.D., Associate Professor, Department 2APPiE», Associate Professor, FGBOU V SibADI, 644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: suharev_ry@sibadi.org).

Танский Вячеслав Владимирович, кафедра «Механика», инженер, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: s1ava8968@gmail.com).

Tanskiy Vyacheslav Vladimirovich, Department «Mechanics», engineer, FGBOU V SibADI (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: s1ava8968@gmail.com).

ВКЛАД АВТОРОВ

Танский В.В. Проведен анализ вопроса, обоснована расчетная схема, составлены уравнение Лагранжа второго рода в векторно-матричной форме для вынужденных колебаний системы, исследование влияния горизонтальных колебаний на изменение грузовой момент при подаче возмущения со стороны груза, заключение.

Сухарев Р.Ю. Проверка статьи, исследование влияния горизонтальных колебаний на изменение грузовой момент при подаче возмущения со стороны микрорельефа, заключение.

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

УДК 656

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ НА ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЦЕПИ ПОСТАВКИ

Ю.О. Глушкова, О.Ю. Гордашникова, А.В. Пахомова
ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты теоретического исследования, влияния показателей использования подвижного состава автотранспорта как основы для решения новой задачи – формирования модели корректирования объемных показателей работы участников международных цепей поставок. Доказана необходимость применения предложенных рекомендаций для анализа и контроля процесса транспортного обслуживания, отличительная особенность которых состоит в получении объективной оценки выполнения перевозок, основанной на использовании фактора времени движения, обеспечивающего сопоставимость показателей и достижение цели проведенного исследования – смоделировать изменение транспортной работы и объема перевозок в зависимости от значений этого коэффициента. Основой исследования послужили методы цепных подстановок, индексный и сравнения. Сформулирована постановка задачи, разработаны блок-схема и алгоритм расчета корректирующего коэффициента и зависящих от него объемов перевозок, согласно которому проведена апробация предложенных рекомендаций в виде численного моделирования применительно к объекту – предприятию автотранспорта Саратовской области, сделан вывод о целесообразности применения рекомендованного показателя для выравнивания начальных точек анализа по объемным и технико-эксплуатационным показателям.

Предложено формирование «окна времени» как инструмента регулирования заданного ритма, распределения ответственности в цепи поставок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспортное обслуживание, международная цепь поставок, фактор времени, автомобиль.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из причин слабой скоординированности участников международных цепочек поставки и внутренних подразделений предприятий, отвечающих за организацию перевозочного процесса, в том числе погрузку-разгрузку как начально-конечные операции, включая операции логистического сервиса, является недостаточная теоретическая и практическая проработанность вопросов эффективного использования рабочего времени, в частности, времени в наряде для автомобилей. В результате предприятия теряют в объемах перевозок и соответственно в доходах и прибыли. В данной статье сформированы методические рекомендации по формированию модели корректировочного расчета показателей перевозок, основанные на пошаговом алгоритме определения сопоставимых показателей.

Цель работы – продемонстрировать, что применение модели корректирующего расчета показателей транспортного процесса в виде коэффициента – фактора времени движения автомобиля – позволяет описать и смоделировать численно изменения транспортной работы и объема перевозок в зависимости от значений этого коэффициента.

Для достижения поставленной цели необходимо решить новую задачу: сформировать такую модель корректирования показателей перевозок при взаимодействии участников международных цепей поставок, посредством которой можно было бы анализировать и контролировать процесс транспортного обслуживания, отличающуюся тем, что применение ее способствует получению более объективной оценки выполнения перевозок за счет сопоставимости показателей, принятых для расчета и анализа.

Обсуждение результатов. Практический выход проведенного исследования состоит в том, что применение предлагаемой модели корректировки показателей перевозок в цепи поставки позволяет повысить достоверность оценки исходной информации при планировании объемных показателей транспортировки, производительности труда, транспортных издержек и рационализировать использование подвижного состава за счет улучшения соотношения времени движения и времени простоя под погрузкой, разгрузкой и выполнения операций логистического сервиса [1].

Методы. Для исследования процесса формирования модели корректировки показателей транспортного обеспечения в цепи поставок применяются следующие методы: цепных подстановок, индексный, сравнения. Создание модели корректировочного расчета представлено пошаговым процессом, состоящим из описания существующего состояния перевозок посредством технико-эксплуатационных и объемных показателей транспортного процесса, связанных функциональной зависимостью, и перехода к расчетным периодам.

ВВЕДЕНИЕ

Актуализация необходимости решения проблемы повышения эффективности использования подвижного состава при транспортном обеспечении международных цепей поставок обусловлена, с одной стороны, повышением затрат на перевозку из-за роста цен на эксплуатационные ресурсы, с другой – ужесточением требований клиентуры к срокам, качеству, надежности доставки.

Несмотря на многочисленные исследования в области организации, планирования, анализа перевозок, проведенные в разные годы [11,12,13, 14,15,16], остается ряд нерешенных вопросов, поставленных логистическим подходом к транспортному сервису, в частности, практически отсутствием научно обоснования путей и методов выявления резервов сокращения непроизводительных затрат и роста производительности труда в международных цепях поставок за счет уплотнения времени работы. Предприятия автотранспорта должны пересмотреть характер своей коммерческой и производственной деятельности, направив ее на анализ технико-эксплуатационных показателей пользования подвижного состава, в аспекте увязки результатов перевозочного процесса с удовлетворением запросов потребителей [2]. При больших расстояниях экспортно-импортных перевозок

практическое значение приобретает решение проблемы сравнимости показателей транспортной продукции. В данной статье предложены формула и модель расчета влияния фактора времени как доли времени движения автомобиля в общем времени в наряде, применение которых предназначено для достижения сопоставимости транспортных продуктов с различным средним расстоянием перевозки, а также транспортных затрат, производительности труда водителей.

Одной из причин низкой конкурентоспособности продукции, произведенной в России, являются затраты на транспортно-экспедиционное обеспечение распределения, величина которых в 2-3 раза превышает уровень развитых стран. Объяснение лежит в наличии недостатков как в работе транспорта, так и в его анализе. Кроме того, повышению эффективности доставки в настоящее время не уделяется должного внимания [2].

Под доставкой следует понимать помимо собственно перевозки выполнение целого ряда работ и услуг, которые в комплексе обеспечивают эффективный сервис при распределении товаров.

По данным проведенных в США исследований стоимость транспортной доли процесса производства и распределения продукции составляет одну треть конечного продукта. Поэтому надлежащее транспортное обеспечение распределения товаров является одним из важных резервов [2]. Функции транспорта в системе распределения товаров заключаются в ее транспортном и экспедиционном обеспечении.

Транспортное обеспечение определяется как деятельность, связанная с процессом перемещения грузов и пассажиров в пространстве и во времени с предоставлением перевозочных, погрузочно-разгрузочных устройств и услуг хранения.

Экспедиционное обеспечение является составной частью процесса движения товара от производителя к потребителю и включает выполнение дополнительных работ и операций, без которых перевозочный процесс не может быть начат в пункте отправления, продолжен и завершен в пункте назначения (экспедиционные, коммерческо-правовые и информационно-консультационные услуги).

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Численное моделирование было проведено для модельного объекта, характерного для автотранспортных предприятий Саратовской

области. Расчетная схема представляет собой последовательность шагов во времени определения транспортной работы и корректирующего коэффициента доли времени движения в общем времени в наряде (рис. 1). Расчеты были проведены для планового периода 1 и 2. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Для расчета определяющих соотношений показателей транспортной работы была использована программа, реализуемая в любом языке программирования, которая позволяет решить широкий класс задач, в том числе и анализа показателей факторов транспортной работы, влияющих на нее. На автокомбинатах электронные средства обработки данных делают применение этого коэффициента не проблематичным. Этот корректирующий коэффициент рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{ij} = f_a^i + d^i/d^j * (1 - f_a^i), \quad (1)$$

где f_a^i – коэффициент, характеризующий долю времени движения во времени в наряде;

d^i – среднее расстояние перевозки в i -периоде, км.

Для рассмотренного ниже примера для трех периодов от 0 – базисный, p – средний, n – завершающий.

$i=0, p$;

$j=p, n$.

Транспортную работу или грузооборот можно определить с учетом коэффициента времени движения (доля времени движения в общем времени в наряде):

$$H_{e,z} * f_a * v_f * m_d * k_f * k_l = Q, \quad (2)$$

$H_{e,z}$ – время в наряде автомобилей (= количество автомобилей * календарное время на один автомобиль за год * коэффициент технической готовности * коэффициент использования автомобилей = $20 * 2200 * 0,9 * 0,6 = 23760$), ч.

Пример:

$23760 * 0,5 * 25 \text{ км/ч} * 10 * 0,5 * 1,0 = 1485000$ ткм.

В то время как коэффициент, характеризующий долю времени движения в общем времени в наряде (фактор времени движения) определяется отношением времени движения к общему времени в наряде, мы можем его рассчитать в процессе планирования с использованием следующей математической зависимости:

$$H_{e,z} * f_a * v_f * m_d * k_f * k_l = Q, \quad (3)$$

где d – среднее расстояние перевозки;

v_f – среднетехническая скорость, км/ч;

m_d – средняя динамическая грузоподъемность, т;

k_f – коэффициент использования пробега;

k_l – коэффициент использования грузоподъемности;

h_s – среднее время простоя под погрузкой-разгрузкой на одну тонну груза, ч/т.

Используя данные из примера и табл. , подтвердим это соотношение:

$0,50 = 20 \text{ км/ч} / 20 \text{ км} + 25 \text{ км/ч} * 10 * 0,5 * 1,0 * 0,16 \text{ ч/т}$.

Показатели транспортного процесса сегодня применяются для планирования, расчета и составления отчетов, их применение дефицитно для определения эффективности инноваций, направленных на улучшение использования транспортных средств на предприятиях.

Использование возможности корректирования с индексами изменения или выполнения плана или же для сравнения базисных и плановых показателей транспортной работы с помощью простого примера демонстрируются взаимосвязанные показатели, заданные для этого в таблице 1.

В основе построения модели расчета следующая постановка задачи.

Рассмотрим движение автомобиля. Пусть l – полный путь движения, на котором автомобиль двигался время T_d и простаивал время T_n .

При этом считаем движение равномерным со средней скоростью V_{cp} . Рассмотренный коэффициент оказывает влияние на объем выполненных работ (перевозок, пройденного пути) и их стоимость. Величину его влияния рекомендуется оценивать значением $f_a^n \in [0,5; 0,6]$, по этим значениям рассчитывают корректирующий фактор или корректирующий коэффициент $k^{0,n}$. Рассчитаем значения корректирующих коэффициентов, для двух крайних значений f_a^i . Сам корректирующий коэффициент рассчитывается по формуле

$$k_{ij} = f_a^i + d^i/d^j * (1 - f_a^i),$$

$$Q^{0(V)} = Q^0 / k^{0,n};$$

$$Q^{0,n(k)} = Q^0 / Q^{0(V)} = Q^{0,n} * k^{0,n}.$$

На примере рассмотрим расчет для трех периодов: от 0 – базисный, p – средний, n – завершающий со следующими входными данными. Пусть автомобиль имеет постоянную

Таблица 1

ИСХОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ФАКТОРА K

Table 1

INITIAL INDICATORS FOR THE APPLICATION OF THE CORRECTIVE FACTOR K

Наименование показателя	Символ	Ед. измер.	Базисный период (о)	Расчетный период (1)	Расчетный период
Доля времени движения в общем времени в наряде	f_a	-	0,50	0,60	0,40
Среднее расстояние перевозки	d	км	20	25	22,5
Транспортная работа	Q	ткм	200000	250000	225000
Объем перевозок	G	т	10000	10000	10000

загрузку $g(0)=g(1)=g(2)=10$ тыс. т. Обозначим работу, выполненную на этих участках Q_n , где n – порядковый номер пути. При этом Q_0 – 200 тыс. т·км, Q_1 – 250 тыс. т·км, Q_2 – 225 тыс. т·км, тогда расстояния (пути) обозначим $d_n=Q_n/g_n$, тогда

$$\begin{aligned}d_0 &= 200/10 = 20 \text{ км;} \\d_1 &= 250/10 = 25 \text{ км;} \\d_2 &= 225/10 = 22,5 \text{ км.}\end{aligned}$$

При этом оценим выполнение транспортной работы Q^j и объем перевозок G^j методом цепных подстановок:

$$\begin{aligned}Q^j &= Q/Q^i; \\G^j &= G/G^i.\end{aligned}$$

Подставим входные данные:

$$\begin{aligned}Q^{0,1} &= Q^1/Q^0 = 250/200 = 1,25 \text{ (125%);} \\G^{0,1} &= G^1/G^0 = 10/10 = 1,0 \text{ (100%).}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Далее для следующего отрезка} \\Q^{1,2} &= Q^2/Q^1 = 225/250 = 0,9 \text{ (90%);} \\G^{1,2} &= G^2/G^1 = 10/10 = 1,0 \text{ (100%).}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{тогда при } f_a^0 &= 0,5 \text{ получим} \\k^{0,p} &= 0,5 + 20 \text{ км}/25 \text{ км} \cdot (1-0,5) = 0,9;\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{при } f_a^0 &= 0,6 \text{ получим} \\k^{0,p} &= 0,6 + 25 \text{ км}/22,5 \text{ км} \cdot (1-0,6) = 1,04.\end{aligned}$$

Из базовых формул (2) и (3)

$$Q^{0(V)} = Q^0/k^{0,1} = 200/0,9 = 222,222;$$

$$Q^{0,1(k)} = Q^0/Q^{0(V)} = 250/222,222 = 1,125 \text{ (112,5\%)}$$

или

$$Q^{0,1(k)} = Q^{0,n} \cdot k^{0,n} = 1,25 \cdot 0,9 = 1,125 \text{ (112,5\%).}$$

Для следующего периода

$$Q^{1(V)} = Q^1/k^{0,p} = 250/1,04 = 240,385;$$

$$Q^{1,2(k)} = Q^1/Q^{1(V)} = 225/240,385 = 0,936 \text{ (93,6\%)}$$

или

$$Q^{1,2(k)} = Q^{1,2} \cdot k^{0,p} = 0,9 \cdot 1,04 = 0,936 \text{ (93,6\%).}$$

ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс изменения местоположения груза в международной цепи поставки может быть

представлен через технико-эксплуатационные показатели в форме математической модели. Изменение среднего расстояния перевозки влияет на изменение компонентов времени в наряде [3].

Выполнение срочных и разовых перевозок, которые выявляются в процессе работы, требует предусмотреть резерв провозных возможностей автомобильного парка по каждой группе автомобилей. Для этого необходимо, в первую очередь, проанализировать все эксплуатационные показатели и пути их повышения [4]. Прежде всего это относится к такому показателю как продолжительность пребывания автомобиля в наряде (время в наряде), которое складывается из времени движения и времени простоев, в том числе под погрузкой и разгрузкой. Рекомендуется рассчитывать коэффициент использования времени автомобиля на линии для производительной работы транспортного процесса. Однако этот способ расчета имеет недостаток, обусловленный тем, что время простоя под погрузкой и разгрузкой является неотъемлемой частью транспортного процесса и исключение его недостаточно обосновано.

Увеличение времени в наряде является экстенсивным фактором, от этого зависят не только объем перевозок, но и затраты, в первую очередь, переменные, так как время в наряде влияет на пробег подвижного состава. На время простоя под погрузкой и разгрузкой влияет время выполнения операций логистического сервиса: предварительная подгруппировка грузов, оформление транспортных документов и т.д. Сокращение времени простоя на эти операции (в рамках того же времени в наряде) приводит к относительному увеличению времени движения, а это сказывается

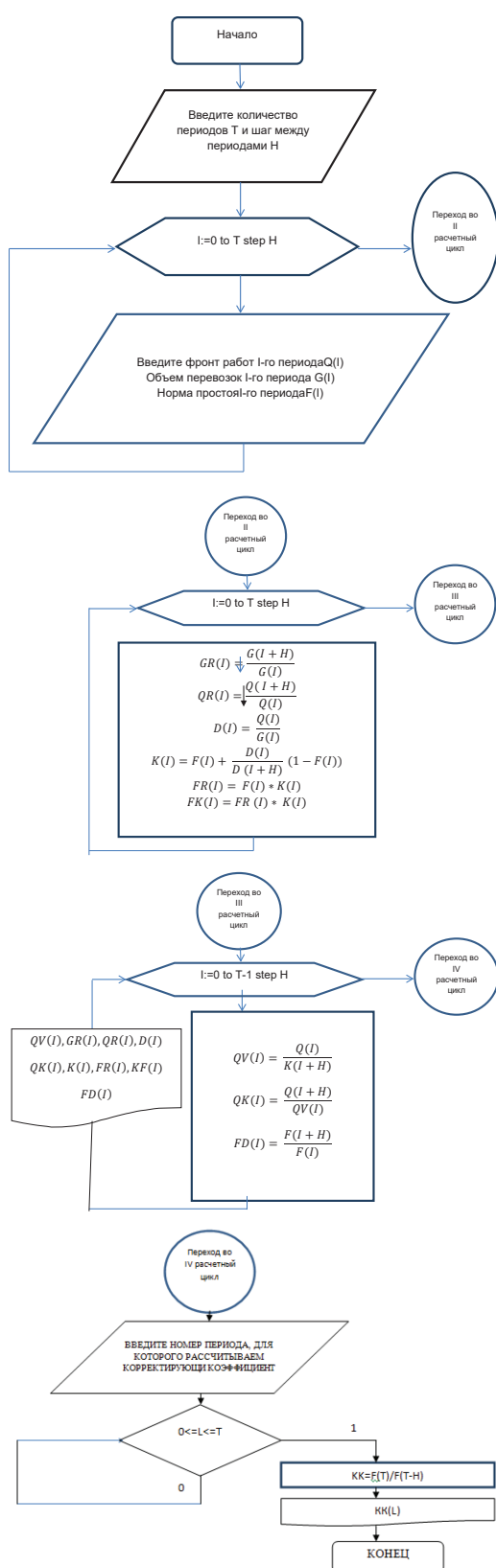


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма расчета корректирующего коэффициента и скорректированных объемов
Illustration 1– Block diagram for the calculating the correction factor and adjusted volumes' algorithm

на увеличении числа ездов, росте производительности автомобилей, в результате чего может быть достигнуто выполнение и перевыполнение плана перевозок [5]. Проблемным вопросом при разработке мероприятий по сокращению времени простоя под логистическими операциями является совершенствование планирования и учета затрат времени на эти работы.

Для сокращения времени загрузки и разгрузки и тем самым для рационализации материального потока необходимы организационные мероприятия в области погрузочно-разгрузочных работ [6]. Для клиента это означает, что следует уделять особое внимание накоплению у поставщика или экспедитора грузов, предназначенных для каждой разгрузочной площадки клиента. На крупных предприятиях клиента, а также при опасности возникновения в часы пик пробок у ворот предприятия или же у отдельных разгрузочных площадок клиент должен поставить вопрос о введении системы управления транспортом (т.е. диспетчерской службы) и взимании платы за простои. Минимизация простоев может быть обеспечена путем разработки программ упаковки и погрузки, а также применения децентрализованных разгрузочных площадок.

Для ряда предприятий формируется «окно времени». Это время, устанавливаемое для каждой поставки, которой обеспечен отрегулированный процесс оформления у ворот и на погрузочной площадке. В случае несоблюдения заданного ритма поставок принимается только одно оправдание: когда виновником нарушений является клиент, который и выплачивает деньги экспедитору за простой. В соответствии с принятым порядком шофер автотранспорта должен отдать на пропускном пункте машин свои документы; здесь же проводится проверка соблюдения установленных сроков прибытия. При отсутствии в грузовой накладной отметки об «окне времени» шофер должен принести соответствующую справку из своей экспедиции, и только после этого начнется оформление поставки. Основные затруднения при решении задач ускорения поставок вызваны тем, что на «стыках» звеньев цепи поставок могут возникать «узкие места», разрывы показателей эффективности управления логистическими потоками. Как считает В.И. Сергеев, весьма полезным в этих случаях являются проведение анализа и интерпретация его результатов в категориях SCOR-модели [7]. Также для устранения негативных

Таблица 2
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ РАБОТЫ
Table 2
ANALYSIS OF CHANGES IN TRANSPORT WORK

Показатели	Величина
Изменение транспортной работы $\Delta Q_0, 1$:	
Всего	+ 25%
в т.ч. за счет изменения:	
- транспортной работы (грузооборота)	+ 12,5 %
- среднего расстояния перевозки	+ 12,5%
Изменение транспортной работы $\Delta Q_1 2$	
Всего	- 10,1 %
в т.ч. за счет изменения:	
- транспортной работы (грузооборота)	- 6,4%
- среднего расстояния перевозки	- 3,6%

явлений в цепочке может быть рекомендован инжиниринг цепей поставок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При корректировке с помощью фактора к индексы изменения или выполнения плана транспортной работы и объема перевозок одинаковы. Поэтому расчета данного фактора достаточно для того, чтобы с его помощью корректировать не только транспортную работу, но и объем перевозок или общие показатели выполнения плана для производственных показателей. Правильность этого метода можно легко объяснить следующим образом: при остающемся неизменным одинаковым среднем расстоянии перевозок грузов показатели выполнения плана по объемным показателям всегда одинаковы. Таким образом, если влияние изменившегося среднего расстояния перевозки элиминировано, то также должны быть неизбежно согласованы корректирующие индексы транспортной работы и объема перевозок. Предложенная формула, с помощью которой для сравнения транспортных продуктов с различным средним расстоянием перевозки, сравнимый фактор времени движения позволяют только на втором шаге расчета определить сравнимые транспортные работы.

Корректировка может осуществляться через показатели расчетного периода, базисные показатели или непосредственно через индекс изменения и выполнения плана. Какой вариант выбрать, зависит от цели корректирования. Такая дифференциация должна быть использована особенно для экономического соревнования (конкуренции), но она,

также необходима для производственной документации, в которой отражается изменение транспортной работы, и имеет высокую информационную значимость для квартального и годового анализа.

Таким образом, для объективной оценки прогноза перевозок рекомендуется определять коэффициент доли времени движения в общем времени в наряде f_a и его изменения с использованием корректирующего фактора, так как этот коэффициент часто дискутируется при анализе транспортной работы, чтобы запланировать обязательства инновационного характера по его увеличению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чобей К.О. Логистический сервис как необходимая составляющая развития дистрибьюторских сетей в России // Управление логистическими системами: глобальное мышление – эффективные решения (том II) : материалы международного научно- практического юбилейного X Южно-Российского логистического форума, 10-11 октября 2014 г. Ростов н/Д : издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2014. С. 334 – 337.
2. Транспортная логистика : Учебник для транспортных вузов. / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. М. : изд-во «Экзамен», 2003. 512 с.
3. Малеева А.В., Томаревская О.Г., Симкова Н. В. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий : Учебник для техникумов. М. : Транспорт, 1990. 319 с.
4. Анисимов А.П. Организация и планирование работы автотранспортных предприятий. М. : изд-во «Транспорт», 1971. 432 с.
5. Бачурин А.А. Планирование и прогнозирование деятельности автотранспортных организаций : учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. М.: издательский центр «Академия», 2011. 272 с.
6. Гёттинг Б. Международная производственная кооперация в промышленности: роль логистики в усилении конкурентоспособности хозяйственных структур. М. :

Дело, 2000. 216 с.

7. Корпоративная логистика в вопросах и ответах / Под общ. и науч. ред. проф. В.И. Сергеева. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ИНФРА-М, 2013. 634 с.

8. Айтбагина Э.Р., Витвицкий Е.Е., Юрьева Н.И. Влияние расстояния перевозок грузов на производственную себестоимость в совокупности микро автотранспортных систем при «Инсорсинге» // Вестник СибАДИ. 2017. № 1(53). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rasstoyaniya-perevozok-gruzov-na-proizvodstvennyuyu-sebestoimost-v-sovokupnosti-mikro-avtotransportnyh-sistem-pri-insorsinge> (дата обращения: 26.10.2017).

9. Единые нормы времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и сдельные расценки для оплаты труда водителей. Утверждены Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопросам и Секретариатом ВЦСПС Постановление № 153/6 – 142 от 13.03.1987 г. М. : Экономика, 1990. 49 с.

10. Хегай Ю.А. Состояние и перспективы развития грузовых автомобильных перевозок в Российской Федерации // Теория и практика общественного развития. 2014. № 11. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-gruzovyh-avtomobilnyh-perevozok-v-rossiyskoj-federatsii> (дата обращения: 26.10.2017).

11. Галабурда В.Г., Бубнова Г.В., Иванова Е.А. Транспортный маркетинг. М. : 2011. 452 с.

12. Остроумов Н.Н. Транспортное право. М. : МГИМО-Университет, 2011. 156 с.

13. Лебедева А.С., Рогавичене Л.И. Приоритеты инно-

вационной деятельности на автомобильном транспорте // Инновационное развитие : ключевые проблемы и решения : сборник статей Международной научно-практической конференции / отв. ред. Сукиасян А. А. 2015. С. 80 – 84.

14. Курышева В.В., Храмцова Н.А. Инновации на транспорте и перспективные автомобильные технологии // Фундаментальные и прикладные науки – основа современной инновационной системы : материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2015. С. 319 – 324.

15. Сафронов К.Э., Сафронов Э.А. Инновационные методы повышения эффективности транспортных систем городов // Вестник МАДИ. № 3(26). 2011. С. 7 – 12.

16. Столярова М.Д., Савцов Г.М., Кузнецов В.И. и др. Трансфинплан автотранспортного предприятия. М. : Транспорт, 1990. 239 с.

17. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Е. Системный анализ в логистике. М. : Экзамен, 2002. 480 с.

18. Бережной В.И. Анализ и оценка конкурентных преимуществ транспортной организации // Экономика и предпринимательство, № 6, 2014. С. 531 – 535.

19. Курганов В.М. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок товаров – 2-е изд., перераб. и доп. М. : Книжный Мир, 2009. 512 с.

20. Denisov A., Biniyazov A. Analytical background of the effect of level the oil in the crankcase on its service life and reliability of the engine. // Technology and Higher Education . 2015. pp. 123-154.

THE EFFECT OF TIME ON TRANSPORT SERVICES OF THE INTERNATIONAL SUPPLY CHAIN

Yu.O. Glushkova, O.Yu. Gordashnikova, A.V. Pahomova

ANNOTATION

The article presents the results in the theoretical research, which influence on the rolling stock vehicles' usage as the basis of new tasks solution, and it also presents the workload model of the participants in the international supply chain. The necessity of the proposed recommendations' application for the analysis and control of the transportation process, distinctive feature of which is to obtain an objective assessment of the transport implementation based on the use of the time factor movement is proposed as the model to change the volume of traffic depending on the values of this coefficient. The basis of the research consists of the chain substitutions' methods and the comparison index. The problem, the developed block-scheme and algorithm of adjustment factor calculation and the traffic volume dependence. According to these factors the approbation of the proposed recommendations in the form of numerical simulation is applied to the motor transport enterprise in Saratov region. The conclusion about the recommended indicator appropriateness to aligning the starting points on the scale and the technical and operational characteristics is made. The formation of the «time window» as the instrument of the given rhythm regulation, distribution of responsibility in the supply chain is proposed.

KEYWORDS: transport service, international supply chain, the factor of time, the vehicle.

REFERENCES

1 Chobej K.O. Logisticheskij servis kak neobhodimaya sostavlyayushchaya razvitiya distrib'yutorskih setej v Rossii [Logistics service as a necessary component of the development of distribution networks in Russia], Rostov n.D, RGEHU (RINH), 2014, pp. 334 – 337.

2 Mirotina L.B. Transportnaya logistika [Transport logistics], Moscow, Ekhamen, 2003. 512 p.

3 Maleeva A.V., Tomarevskaya O.G., Simkova N.V. Analiz proizvodstvenno hozyajstvennoj deyatel'nosti

avtotransportnyh predpriyatij [To Make Their N. V. Analysis of production and economic activity of the motor transportation enterprises], Moscow, Transport, 1990. 319 p.

4 Anisimov A.P. Organizaciya i planirovanie raboty avtotransportnyh predpriyatij [The Organization and planning of work of the motor transportation enterprises], Moscow, Transport, 1971. 432 p.

5 Bachurin A.A. Planirovanie i prognozirovaniye deyatel'nosti avtotransportnyh organizacij [Planning and forecasting activities of the motor transportation organizations], Moscow, Akademiya, 2011. 272 p.

6 Gyotting B.E. Mezhdunarodnaya proizvodstvennaya kooperatsiya v promyshlennosti [International production networks in industry], Moscow, Delo, 2000. 216 p.

7 Sergeeva V.I. Korporativnaya logistika v voprosah i otvetah [Corporate logistics in questions and answers], Moscow, INFRA-M, 2013. 634 p.

8 Ajtbagina E.R., Vitvickij E.E., Yur'eva N.I. Vliyanie rasstoyaniya perevozok na proizvodstvennuyu sebestoimost' v sovokupnosti mikro avtotransportnykh sistem pri «Insorsinge» [The influence of the distance of cargo transportation on the production cost in the aggregate of micro motor systems in the «Insourcing»], Vestnik SibADI, 2017, no 1, 53 p.

9 Edinye normy vremeni na perevozku грузовым автомобил'ным транспортом i sdel'nye raschenki dlya oplaty truda voditelej [Unified standard time for the carriage by road freight transport and wages to pay drivers], Moscow, Ehkonomika, 1990. 49 p.

10. Hegaj Y. A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya грузовых автомобил'ных перевозок v Rossijskoj Federacii [State and prospects of development of road freight transport in the Russian Federation], Moscow, 2014, no 11.

11 Galaburda V.G., Bubnova G.V., Ivanova E.A. Transportnyj marketing [Transport marketing], Moscow, 2011. 452 p.

Ostroumov N.N. Transportnoe pravo [Transport law], Moscow, MGIMO-Universitet, 2011. 156 p.

Lebedeva A.S., Prioritety A.S., Rogavichene L.I. Innovacionnoj deyatel'nosti na avtomobil'nom transporte [Prioritety innovazionnoy deyatel'nosti yf avtomobilnom transporte], Moscow, 2015. pp. 80 – 84.

14. Kuryшева V.V., Hramcova N.A. Innovacii na transporte i perspektivnye avtomobil'nye tekhnologii [Innovazii na transporte i perspektivnyue avtomobilnyue tekhnologii], Moscow, 2015. pp. 319 – 324

15. Safronov K.E., Safronov E. A. Innovacionnye metody povysheniya ehffektivnosti transportnykh sistem gorodov [Innovative methods to improve urban transportation systems], Moscow, 2011, no 3(26), pp. 7 – 12.

16. Stolyarov M.D., Savcov G.M., Kuznecov V.I. Transfinplan avtotransportnogo predpriyatiya [Transfinplan avtotransportnogo predpriyatiya], Moscow, 1990. 239 p.

17. Mirotin L.B., Tashbaev Y.E. Sistemnyj analiz v logistike [System analysis in logistics], Moscow, 2002. 480 p.

18. Berezhnoj V.I. Analiz i ocenka konkurentnykh preimushchestv transportnoj organizacii [Analysis and assessment of competitive advantages of the transport organization], Moscow, 2014, no 6, pp. 531 – 535.

19. Kurganov V.M. Logistika [Logistics], Moscow, Knizhnyj Mir, 2009. 512 p.

20. Denisov A., Biniyazov A. Analytical background of the effect of level the oil in the crankcase on its service life and reliability of the engine. // Technology and Higher Education. 2015. pp. 123 – 154.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Глушкова Юлия Олеговна – кандидат экономических наук, доцент кафедрой «Экономическая безопасность и управление инновациями», Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., e-mail: balomasova@mail.ru).

Glushkova Julia Olegovna – candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of «Economic Security and Innovation Management», Saratov State Technical University. Gagarina Yu.A., e-mail: balomasova@mail.ru).

Гордашников Ольга Юрьевна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой «Экономическая безопасность и управление инновациями», Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.).

Gordashnikova Olga Y. – doctor of Economics, Professor, Head of the Department «Economic Security and Innovation Management», Saratov State Technical University. Gagarin Yu.A.).

Пахомова Алла Викторовна – кандидат экономических наук, профессор кафедры «Экономическая безопасность и управление инновациями», Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., e-mail: balomasova@mail.ru).

Pakhomova Alla Viktorovna – cand.Econ.Sci., Professor of the Department «Economic Security and Innovation Management», Saratov State Technical University. Gagarina Yu.A., e-mail: balomasova@mail.ru).

УДК 621.89:621.436

ВЛИЯНИЕ МАССЫ МОТОРНОГО МАСЛА, НАНОСИМОГО НА ФИЛЬТРОВАЛЬНУЮ БУМАГУ, НА ОЦЕНКУ ЕГО ПОКАЗАТЕЛЕЙ

А.П. Жигадло, А.П. Серков, С.В. Корнеев, Р.В. Буравкин

ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Наиболее распространенным методом контроля моюще-диспергирующих свойств моторного масла является метод «капельной пробы», то есть нанесение капли моторного масла на фильтровальную бумагу «синяя лента» и расчет величины характерных зон капельной пробы с помощью масляного пятна. Размеры характерных зон и всего масляного пятна зависят от состояния моторного масла, но при этом в значительной степени на размер масляного пятна влияет количество наносимого моторного масла. Стабильность массы наносимой капли повышает точность проводимого контроля показателей моторного масла. В статье выяснено, насколько изменяется масса капли моторного масла при нанесении одинаковым способом. Для нанесения капли моторного масла используются простые и не требующие больших

затрат изделия. Оценка проводится замером масс определенного количества капель на высокоточных весах. Оцениваются ошибки, возникающие при нанесении капли моторного масла на предметное стекло.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: моторное масло, моюще-диспергирующие свойства, оценка показателей, капельная проба, масляное пятно.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Использование пипетки офтальмологической для нанесения капли моторного масла.

Незначительное изменение количества моторного масла при нанесении.

Изменения размеров характерных зон капельной пробы будут зависеть от состояния моторного масла, а не от количества нанесенного масла.

ВВЕДЕНИЕ

Замена моторного масла является одной из трудоемких и дорогостоящих работ при техническом обслуживании автотранспортных средств (АТС). Особенно это актуально для большегрузных АТС, где объем моторного масла, необходимый для замены, может быть более 500 л. Рекомендуемая изготовителем периодичность замены моторного масла соответствует усредненным условиям эксплуатации АТС. В реальных условиях эксплуатации АТС срок службы моторных масел может как увеличиваться, так и уменьшаться в зависимости от многих факторов. Такими факторами могут быть условия эксплуатации и техническое состояние АТС, состояние самого масла и условия его хранения и т. д. В этом случае становятся актуальны методы, позволяющие объективно, точно и в сжатые сроки принимать решение о дальнейшем использовании моторного масла.

Существуют различные запатентованные методы контроля состояния моторных масел. Сравнение патентов в период с 1962 по 2008 гг. показывает их большое разнообразие. Так, опубликовано 14 патентов лабораторных методов, 17 патентов эксплуатационных и 6 патентов бортового контроля показателей состояния моторного масла [1].

Во время эксплуатации АТС эксплуатационные методы контроля показателей состояния моторного масла имеют ряд преимуществ по сравнению с методами бортового и лабораторного контроля.

В отличие от лабораторных большинство эксплуатационных методов не требуют много времени на проведение и получение результатов, используемое оборудование и средства

относительно недорогие и не требуют высокой квалификации персонала [2, 3].

К недостаткам способов бортового контроля моторных масел можно отнести необходимость оснащения датчиками и устройствами для контроля каждой единицы техники, что приводит к значительным финансовым затратам и большому числу ложных срабатываний и пропусков неисправностей из-за их недостаточной чувствительности и информативности [4].

На основании вышесказанного по результатам патентного поиска важным является эксплуатационный метод, который позволяет осуществлять контроль с использованием масляного пятна. При этом точность и объективность данного метода невысока. В том числе это связано с процессом нанесения капли моторного масла на фильтровальную бумагу.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Наиболее распространенным в практике методом экспресс-контроля масла является метод «капельной пробы», т. е. расчет величины характерных зон масляного пятна капельной пробы [5, 6]. Данный метод позволяет определять моюще-диспергирующие свойства (ДС) моторного масла.

Сущность метода заключается в нанесении капли масла на фильтровальную бумагу и оценке характера полученного масляного пятна с использованием органолептических способов (рис. 1) [3, 7, 8, 9].

Известно, что существуют разнообразные способы и условия нанесения капли масла на фильтровальную бумагу. Так, наносят первую, вторую или третью каплю масла или количество и очередность нанесения не определены [7, 8, 9]. Также не во всех методах определено количество и очередность капель, наносимых на фильтровальную бумагу, и необходимое время выдержки после нанесения капли [7, 8].

Методики оценки масляных пятен различаются сложностью и продолжительностью. Самым распространенным способом является оценка свойств и загрязненности масла по соотношению наружных диаметров зоны диффузии и ядра [8]. Для количественного опре-

деления применяют эталонные образцы типовых масляных пятен с оценкой в баллах либо используют зависимости для вычисления безразмерного показателя [3, 8, 9].

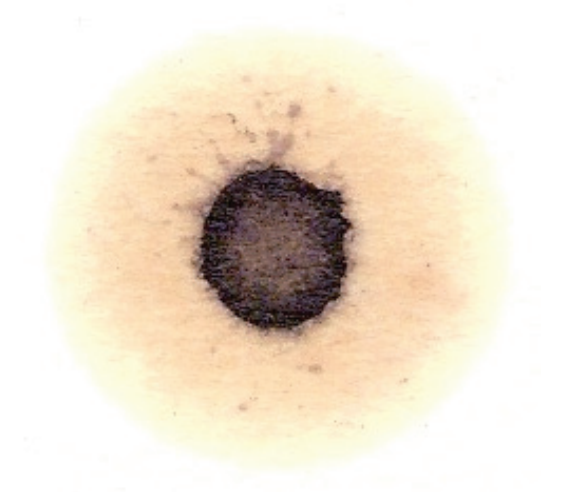


Рисунок 1 – Пример масляного пятна капельной пробы моторного масла на фильтровальной бумаге
Illustration 1 – Example of the engine oil droplet on the filter paper

В патенте [7] контроль ДС проводят после нанесения пробы масла на тонкостенную пластину с последующим элюированием петролейным эфиром фракции 40 – 70°C углеводородов и смол, с последующим элюированием окислов этиловым спиртом, по содержанию которых определяют работоспособность масла.

На основании выше сказанного становится очевидно, что имеются различные варианты метода «капельная проба», отличающиеся отдельными деталями исполнения и способами количественной оценки [10, 11]. Сравнив способы и условия нанесения капли на фильтровальную бумагу, можно сделать вывод, что большинство методов нанесения и оценки масляного пятна неформализованны, носят субъективный характер. При этом необходимо определить массу капли масла, так как вопросу количества наносимого масла на фильтровальную бумагу уделено недостаточно внимания. От количества нанесенного масла на фильтровальную бумагу зависит точность воспроизведения метода, полученных значений показателей моторного масла, а равно результат оценки состояния моторного масла и пригодность его к дальнейшей эксплуатации.

Первая капля отличается от последующих тем, что она адекватно представляет испытуемое масло, потому что в ней присутствуют все механические примеси работающего масла, то есть эти примеси проявятся и на масляном пятне [9].

Нерастворимые осадки часто становятся причиной для признания масла неработоспособным и требующим замены [12]. Предельное содержание нерастворимого осадка в основном зависит от ДС масла, и чем они лучше, тем больше нерастворимого осадка может удерживаться в масле без выпадения шлама и образования отложений [12, 13]. В процессе работы моторного масла ДС постоянно изменяются, как правило, в худшую сторону, из-за срабатывания присадок [5]. Ресурс комплекса присадок моюще-диспергирующих функций моторного масла имеет минимальный запас по отношению ко всем остальным присадкам и их комплексам [6]. При этом во многих работах ДС принимаются для контроля состояния моторного масла и остаточного ресурса до замены [5].

Одним из рекомендованных средств экспресс-контроля состояния моторного масла, в котором используется метод «капельной пробы», является лаборатория экспресс-анализа показателей и состояния моторных масел и рабочих жидкостей гидросистем ЛАМА – 7 [14].

Согласно инструкции к ЛАМА – 7, источников [9, 15, 16] функциональная зависимость определения ДС определяется выражением

$$ДС = 1 - \frac{d^2}{D^2}, \quad (1)$$

где d – средний диаметр центрального ядра, мм; D – средний диаметр внешнего кольца зоны диффузии, мм.

Таким образом, количество наносимого моторного масла на фильтровальную бумагу влияет на размеры характерных зон капельной пробы, которые определяют итоговый результат оценки состояния моторного масла. Поэтому для контроля моторного масла с использованием фильтровальной бумаги важно, чтобы при каждом нанесении масла на фильтровальную бумагу масса капли была в определенном диапазоне. Рассчитанные значения ошибок и диапазон массы капли позволят подтвердить, что масса капли масла меняется незначительно при каждом следующем отборе и нанесении капли моторного масла одним и тем же способом. Стабильность массы наносимой капли масла повышает качество проводимого контроля моторного масла. Также это позволит определить размер обрезаемого изображения масляного пятна, так как становится заранее известно, что капля не растечется более определенного значения. Поэтому необхо-

можно определить ошибки, которые влияют на процесс нанесения моторного масла на фильтровальную бумагу или стекло.

Результаты экспериментальных исследований

Для того чтобы определить массу наносимой капли моторного масла составлена структурная схема исследования (рис. 2).

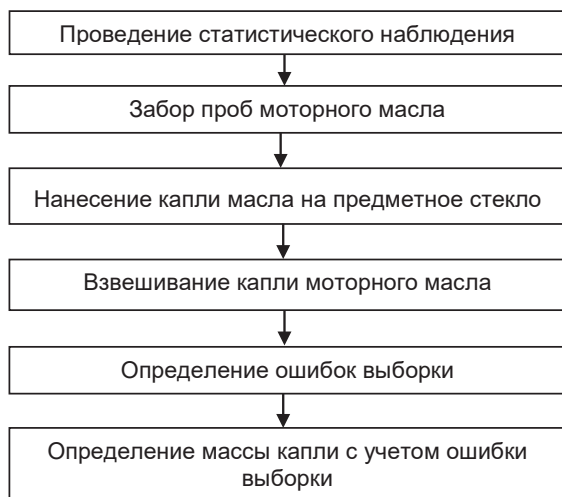


Рисунок 2 – Структурная схема исследования по определению массы капли масла
Illustration 2 – Structural scheme of the oil drop mass' determination process

Проведено измерение массы капли работающего моторного масла G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4/SL. Масло отобрано пробойником из картера дизельного двигателя Cummins QSK-60с самосвала БелАЗ-75306 и помещено в чистую сухую банку из пластика высокой плотности [17].

Из банки с моторным маслом (масло имеет комнатную температуру 20 – 25°C) проводится отбор материала с помощью пипетки офтальмологической медицинской, изготовленной по ГОСТ 25336–82 [18]. Забор материала осуществляется до тех пор, пока масло не заполнит половину стеклянной части пипетки. Первоначально оператор устанавливает на весы лабораторные электронные «MB 210-A» (рис.) [19] чистое предметное стекло и нажимает кнопку «ТАРА» на весах.

Далее на это предметное стекло наносится одна капля моторного масла из пипетки и стекло помещается на лабораторные весы (см. рис. 3).

Оператор считывает результат измерений с цифрового табло на весах и записывает результат измерений. После этого оператор берет предметное стекло и очищает его. Далее



Рисунок 3 – Измерение массы капли работающего моторного масла G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4/SL на весах лабораторных электронных «MB 210-A»
Illustration 3 – Measurement of the droplet mass of the G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL engine oil on the laboratory balance scale «MV 210-A»

оператор вновь наносит каплю масла на предметное стекло и повторяет замер масс капель масла. В процессе исследования проведено взвешивание 23 капель одной пробы масла (табл. 1).

Так как результаты измерений на электронных весах представлены в цифровом виде, пропусков единиц наблюдения и округление цифр не проводилось, то к систематической ошибке в данном наблюдении относится цена деления прибора. Систематическая ошибка приравнивается к цене деления прибора, т. е. $\Delta D_{\text{сист}} = 0,000\,01\text{ г}$.

По полученным данным о массах капель и количестве измерений (см. табл. 1) определяются основные параметры выборочной совокупности – математическое ожидание μ и дисперсия σ^2 [20] (табл. 2).

Также определены ошибки выборки и в таблице 3 представлены результаты расчетов возможных ошибок при исследовании массы капли моторного масла

Окончательно указывается масса капли моторного масла, которая будет наноситься на фильтровальную бумагу, с учетом общей ошибки измерения. Масса капли, наносимой на фильтровальную бумагу, соответствует

$$m_k = 0,028\,693 \pm 0,001\,08\text{ г, при } P = 0,95.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Способ нанесения моторного масла пипеткой офтальмологической позволяет с достаточной точностью наносить каплю масла на

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

Таблица 1
ИЗМЕРЕННЫЕ МАССЫ КАПЕЛЬ РАБОТАВШЕГО МОТОРНОГО МАСЛА G-PROFI MSI PLUS SAE 15W40 API CI-4/SL, ВЗЯТОГО ИЗ КАРТЕРА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ CUMMINS QSK-60C САМОСВАЛОВ БЕЛАЗ-75306

Table 1
MEASURED MASSES DROPS OF THE WORKER MOTOR OIL G-PROFI MSI PLUS SAE 15W40 API CI-4 / SL, COLLECTED FROM THE CAMERA DIESEL ENGINE CUMMINS OF QSK-60C BELAZ-75306

Номер измерения	Масса капли, г	Номер измерения	Масса капли, г
1	0,027 62	13	0,025 33
2	0,024 99	14	0,025 15
3	0,030 19	15	0,027 89
4	0,027 44	16	0,030 55
5	0,028 84	17	0,023 63
6	0,027 94	18	0,030 88
7	0,029 67	19	0,030 81
8	0,034	20	0,029 76
9	0,027 28	21	0,028 21
10	0,028 09	22	0,030 85
11	0,030 76	23	0,028 1
12	0,031 97		

Таблица 2
СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ИЗМЕРЯЕМЫХ ЗНАЧЕНИЙ МАССЫ КАПЕЛЬ РАБОТАВШЕГО МОТОРНОГО МАСЛА G-PROFI MSI PLUS SAE 15W40 API CI-4/SL

Table 2
STATISTICAL PARAMETERS OF THE MEASURABLE VALUES' DISTRIBUTION OF WEIGHT DROPS OF WORKING MOTOR OIL G-PROFI MSI PLUS SAE 15W40 API CI-4 / SL

Параметры	Значения параметров, г
Математическое ожидание μ	0,028 693
Дисперсия σ^2	0,000 006

Таблица 3
ОШИБКИ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ МАСС КАПЕЛЬ РАБОТАВШЕГО МОТОРНОГО МАСЛА G-PROFI MSI PLUS SAE 15W40 API CI-4/SL

Table 3
ERRORS OF OBSERVATION AT THE ASSESSMENT PROCESS OF MASS DROPS OPERATING MOTOR OIL G-PROFI MSI PLUS SAE 15W40 API CI-4 / SL

Параметр	Систематическая ошибка, г	Случайная ошибка, г	Общая ошибка, г	Относительная ошибка, %	Объем выборки
Значения параметра	0,000 01	0,001 07	0,001 08	3,8	23

фильтровальную бумагу и при малых затратах внедрить его в метод «капельной пробы». Таким образом, масса капли меняется незначительно при многократном повторении нанесения одинаковым способом. Это позволяет сделать предположение о том, что при исполь-

зовании данного способа нанесения капли моторного масла на фильтровальную бумагу изменения размеров характерных зон капельной пробы будут зависеть от состояния моторного масла, а не от количества нанесенного масла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серков, А.П. Обоснование метода оценки ресурса моторного масла // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Омск : СибАДИ, 2009. Книга 1. С. 303 – 307.
2. Власов, Ю.А. Методология диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего масла : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Томск : ТГАСУ, 2015. 40 с.
3. Гурьянов Ю.А. Показатели качества работающих моторных масел и методы их определения // Автомобильная промышленность. 2005. № 10. С. 20 – 23.
4. Ключев В.В., Пархоменко П.П., Абрамчук В.Е. и др. Технические средства диагностирования : справочник (под общ. ред. В.В. Ключева). М. : Машиностроение, 1989. 672 с.
5. Ефимов В.В. Совершенствование системы нормирования ресурса моторного масла для специальных автомобилей : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2006. 19 с.
6. Гурьянов Ю.А. К вопросу об оценке нейтрализующих свойств моторных масел // Материалы XLIX международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2010. Часть 2. С. 172 – 178.
7. Патент № 1732265. Способ определения работоспособности моторных масел // Данилова Е. В., Турбина А. И., Галанова А. В., Дуркин В. А., Савельева Г. Я. – Оpubл. 07.05.92. Бюл. № 17.
8. Патент № 654902. Способ определения диспергирующих свойств моторных масел // Дец М. М., Черменин А. П. – Оpubл. 30.03.79. Бюл. № 12.
9. Патент RU № 23123442. Способ определения диспергирующе-стабилизирующих свойств и загрязненности

- масел // Гурьянов Ю. А. – Оpubл. 10.12.2007. Бюл. № 34.
10. Никифоров О.А., Данилов Е.В. Рациональное использование масла в судовых дизелях. Л. : Судостроение, 1986. 96 с.
11. Скиндер Н.И., Гурьянов Ю.А. Портативный комплект средств для экспресс-диагностики работающего моторного масла // Химия и технология топлив и масел. 2001. № 1. С. 38 – 40.
12. Корнеев С.В. О работоспособности моторных масел // Двигателестроение. 2004. № 4. С. 36 – 38.
13. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы : учебник для вузов. М. : Транспорт, 1986. – 279 с.
14. Зорин, В.А. Основы работоспособности технических систем : учебник для вузов. М. : ООО «Магистр-Пресс», 2005. 536 с.
15. Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Топливо, масла и технические жидкости : справочник. М. : Агропромиздат, 1989. 304 с.
16. Бобович Б.Б., Бровак Г.В., Дофман В.П. и др. Химики – автолюбителям : справ. изд. Л. : Химия, 1991. 320 с.
17. Банки для проб, РР, Vitlab (Германия) – купить или узнать цену в «Аналитэксперт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://analytexpert.ru/catalog/posydarashodniki/banki-konteynery-dlya-prob/3870/>, свободный. Заглавие с экрана (дата обращения к ресурсу: 30.11.2017).
18. ГОСТ 25336–82. Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры. М. : Стандартинформ, 2009.
19. Аналитические полумикровесы САРТОГОС-МВ 210-А [Электронный ресурс]: Сартосм. Российско-германское предприятие. – Режим доступа : http://www.sartogsm.ru/polumikrovesy_mv_210_a.html?do=static&page=sartogsm_mv_210_a, свободный. Заглавие с экрана (дата обращения к ресурсу: 03.12.2015).
20. Полисюк Г.Б. Экономико-математические методы в планировании строительства : учебник для техникумов. М. : Стройиздат, 1978. 335 с.

THE INFLUENCE OF THE APPLICATED ON THE FILTERING PAPER MOTOR OIL QUANTITY ON ITS INDICATORS' EVALUATION

A.P. Zhigadlo, A.P. Serkov, S.V. Korneev, R.V. Buravkin

ANNOTATION

The most common method of controlling the motor oil detergent-dispersant properties is the «drop sample» method (the applying process of the engine oil drop to the filter paper -»blue tape« and the calculating process of the drop sample with an oil stain characteristics). The characteristic zones' size and the entire oil stain depends on the engine oil condition, but the amount of applied engine oil is affected to the large extent by the size of the oil stain. The stability of the oil droplet mass increases the monitoring accuracy of the engine oil. The article clarifies how much the motor oil droplet mass varies when applied by the same way. The simple and low-cost products are used to apply the motor oil drop. The evaluation is carried out by measuring the certain number of drops masses on high-precision scales. The errors which occur when the engine oil drop is applied to the filter paper-»blue tape« and their influence on the final result are estimated. The conclusions about the significance of the motor oil droplet mass changing which could influence on the characteristic zones' size of the drop sample are made.

KEYWORDS: motor oil, detergent-dispersant properties, indicators' evaluation, drop test, oil stain.

REFERENCES

1. Serkov, A.P. Obosnovanie metoda ocenki resursa motornogo masla [Justification of the method of evaluation of motor oil resource]. Development of road infrastructure facilities and building infrastructures on the basis of environmental management: materials of the IV All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists. Omsk : SibADI, 2009. Kniga 1. pp. 303 – 307.
2. Vlasov, YU.A. Metodologiya diagnostiki agregatov avtomobilej ehlektrofizicheskimi metodami kontrolya parametrov rabotayushchego masla [Methodology of diagnostics of car aggregates by electrophysical methods of control of operating oil parameters], avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk, Tomsk, TGASU, 2015. 40 p.
3. Gur'yanov YU.A. Pokazately kachestva rabotayushchih motornyh masel i metody ih opredeleniya / YU.A. Gur'yanov [Parameters of quality of working motor oils and methods of their determination]. Avtomobil'naya promyshlennost'. 2005, no 10, pp. 20 – 23.
4. Klyuev VV, Parkhomenko PP, Abramchuk V.E. etc. Tekhnicheskie sredstva diagnostirovaniya [Technical means of diagnosis: a reference book]. Spravochnik (pod obshch. red. V.V. Klyueva) Moscow. Mashinostroenie, 1989. 672 p.
5. Efimov V.V. Sovershenstvovanie sistemy normirovaniya resursa motornogo masla dlya special'nyh avtomobilej [Perfection of the system of rationing of the engine oil resource for special cars: author's abstract], avtoref. dis....kand. tekhn. nauk. Tyumenskij gosudarstvennyj neftegazovyy universitet, 2006. 19 p.
6. Gur'yanov, YU.A. K voprosu ob ocenke nejtralizuyushchih svoystv motornyh masel [On the evaluation of the neutralizing properties of motor oils]. Materialy XLIX mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu [Achievements of science – agro-industrial production]. Chelyabinsk. CHGAA, 2010. Vol. 2. pp. 172 – 178.
7. Patent no 1732265. Sposob opredeleniya rabotosposobnosti motornyh masel. Danilova E. V., Turbina A. I., Galanova A. V., Durkin V. A., Savel'eva G. YA. Opubl. 07.05.92. Byul. no 17.
8. Patent no 654902. Sposob opredeleniya dispergiruyushchih svoystv motornyh mase. Dec M. M., Chermenin A. P. Opubl. 30.03.79. Byul. no 12.
9. Patent RU no 23123442. Sposob opredeleniya dispergiruyushche-stabiliziruyushchih svoystv i zagryaznennosti masel. Gur'yanov YU. A. Opubl. 10.12.2007. Byul. no 34.
10. Nikiforov O.A., Danilov E.V. Racional'noe ispol'zovanie masla v sudovyh dizelyah [Danilov EV Rational use of oil in marine diesel engines]. Leningrad. Sudostroenie, 1986. 96 p.
11. Skinder, N.I., Gur'yanov YU.A. Portativnyj komplekt sredstv dlya ehkspress-diagnosticski rabotayushchego motornogo masla [Portable set of tools for express diagnostics of running engine oil]. Himiya i tekhnologiya topliv i masel, 2001, no 1, pp. 38 – 40.
12. Korneev, S.V. O rabotosposobnosti motornyh masel [On the performance of motor oils]. Dvigatelsestroenie, 2004, no 4, pp. 36 – 38.
13. Vasil'eva, L.S. Avtomobil'nye ehkspluatacionnye materialy [Automotive operational materials], uchebnyk dlya vuzov. Moscow. Transport, 1986. 279 p.
14. Zorin, V.A. Osnovy rabotosposobnosti tekhnicheskikh sistem [Bases of working capacity of technical systems],

uchebnyk dlya vuzov. Moscow. OOO «Magistr-Press», 2005. 536 p.

15. Itinskaya N.I., Kuznecov N.A. Topливо, masla i tekhnicheskie zhidkosti : spravochnik [Fuel, oils and technical fluids]. Moscow. Agropromizdat, 1989. 304 p.
16. Bobovich B.B., Brovak G.V., Dofman V.P. and others. Himiki – avtolyubitelyam [Chemists - for car enthusiasts], sprav. izd. Leningrad. Himiya, 1991. 320 p.
17. Banki dlya prob [Banks sample], PP, Vitlab (Germaniya) – kupit' ili uznat' cenu v «Analitehkspert» [EHlektronnyj resurs]. Rezhim dostupa : <http://analytexpert.ru/catalog/posyda-rashodniki/banki-konteynery-dlya-prob/3870/>, svobodnyj. Zaglavie s ehkrana (data obrashcheniya k resursu: 30.11.2017).
18. GOST 25336–82. Posuda i oborudovanie laboratornye steklyannye. Tipy, osnovnye parametry i razmery [Laboratory glassware and equipment. Types, basic parameters and dimensions]. Moscow. Standartinform, 2009.
19. Analiticheskie polumikrovesy SARTOGOSM MV 210-A [Electronic resourc]. Sartogosm. Rossijsko-germanskoe predpriyatie. – Rezhim dostupa. http://www.sartogosm.ru/polumikrovesy_mv_210_a.html?do=static&page=sartogosm_mv_210_a, svobodnyj. – Zaglavie s ehkrana (data obrashcheniya k resursu: 03.12.2015).
20. Polisyuk, G.B. EHkonomiko-matematicheskie metody v planirovanii stroitel'stva [Economic and mathematical methods in the planning of construction], uchebnyk dlya tekhnikumov. Moscow. Strojizdat, 1978. 335 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жигадло Александр Петрович (г. Омск, Россия) – доктор педагогических наук, кандидат технических наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: ap_zhigadlo@mail.ru).

Zhigadlo Alexander Petrovich (Omsk, Russia) – doctor of pedagogical Sciences, candidate of technical Sciences, Professor, rector of the «SibADI» (644080, Omsk, Mira Ave., 5 e-mail: ap_zhigadlo@mail.ru).

Серков Артем Петрович (г. Омск, Россия) – сер-вис-консультант ООО «Авто Плюс Омск» (644022, г. Омск, Бульвар Архитекторов, 26, e-mail: t7-85@outlook.com).

Serkov Artem Petrovich (Omsk, Russia) – the service Advisor, OOO «Avto Plus Omsk» (644022, Omsk, Boulevard of Architects, 26, e-mail: t7-85@outlook.com).

Корнеев Сергей Васильевич (г. Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Нефтехимические технологии и оборудование» Нефтехимический институт, Омский государственный технический университет, (ОмГТУ), e-mail: Nhi@omgtu.ru).

Korneev Sergei Vasilyevich (Omsk, Russia) – doctor of technical Sciences, Professor of «Petrochemical technology and equipment» Petrochemical Institute, Omsk state technical University (Omgtu), e-mail: Nhi@omgtu.ru).

Буравкин Руслан Валерьевич (г. Сургут, Россия) – Кандидат технических наук, заместитель начальника производственного отдела ОАО «Сургутнефтегаз» (628400, г. Сургут, Кукуевецкого, 1, e-mail: Buravkin_rv@surgutneftegas.ru).

Buravkin Ruslan Valer'evich (Surgut, Rossiya) – Kandidat tekhnicheskikh nauk, zamestitel' nachal'nika proizvodstvennogo otdela ОАО «Surgutneftegaz» (628400, g. Surgut, Kukuevickogo, 1, e-mail: Buravkin_rv@surgutneftegas.ru).

=====

УДК 656.1

ФОРМИРОВАНИЕ РАСЧЁТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

С.М. Мочалин, М.Е. Каспер
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г.Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Автор проводит анализ работ в области формирования показателей результативности, выявляет основные проблемы при решении задачи оценки результативности функционирования системы городского общественного пассажирского транспорта. В статье анализируются подходы к соотношению понятий эффективности и результативности и приводятся наиболее значимые трактовки результативности в соответствии со стандартами.

Материалы и методы. При написании данной статьи использовались методы и инструменты менеджмента качества, методы системного, структурного и сравнительного анализа. При разработке расчётных показателей оценки результативности системы применены целевой, системный, процессный, многопараметрический, ценностно-ориентированный, многоуровневый подходы.

Результаты. В работе были сформированы показатели, позволяющие оценить результативность функционирования системы в соответствии с принятыми стандартами с точки зрения трёх компонентов системы «пассажир – перевозчик – департамент», с учётом интересов каждой стороны. Отмечается, что несмотря на разность интересов пассажира, перевозчика и заказчика существуют такие области, в которых интересы сторон совпадают.

Обсуждения и заключения. Цель работы – сформировать расчётные показатели для разработки интегрального показателя результативности функционирования системы, дополнив показатели, предлагаемые социальным стандартом транспортного обслуживания населения 2017 г. Сформированные показатели оценки результативности в дальнейшем можно применять для разработки ключевого интегрального показателя результативности системы в условиях городских перевозок общественным транспортом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: городской общественный пассажирский транспорт, результативность, эффективность, качество, технико-эксплуатационные показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Задача оценки результативности функционирования системы городского общественного пассажирского транспорта является многокритериальной, многофакторной и имеет множество вариантов, методов, способов решения, но ни один из них не является общепринятым. В целом оценка результативности проводится как предприятиями, так и администрацией города, но при этом зачастую не учитываются интересы пассажиров, которые являются потребителями услуг городского пассажирского транспорта. Понятие качества транспортного обслуживания неотрывно связано с запросами ее потребителя [9]. На основании запросов потребителя должен строиться весь процесс

оказания транспортной услуги, при этом должны учитываться интересы перевозчика, который готов работать на данном рынке.

Оценка результативности функционирования системы городского общественного пассажирского транспорта производится односторонне с точки зрения той организации, которой это необходимо, единая методология комплексной оценки результативности до сих пор не разработана, о чем говорится в последних работах в направлении оценки эффективности, качества, доступности, результативности городского общественного пассажирского транспорта за последние годы [2, 27, 31, 39, 40]. В работах практически не учтены: время работы транспорта на маршруте, количество транспортных средств, оборудованных для

перевозки маломобильных групп населения (до 30 % населения: не только инвалиды, но и люди пожилого возраста, пассажиры с детскими колясками) [30], экологическая составляющая, безопасность перевозок, стоимость проезда, оснащённость терминалами для безналичного расчёта и навигаторами для информационной доступности. Комплексная оценка функционирования системы общественного транспорта обычно производится с помощью опросов, в которых участвует лишь некоторое количество человек, пользующихся услугами городского пассажирского транспорта [20, 40].

Вместе с тем на рынке транспортных услуг пассажирских перевозок осуществляют деятельность множество разных предприятий и организаций, от малых до крупных. Чтобы оценить результативность функционирования системы в целом, а значит, эффективность их деятельности, а также качество предоставляемых ими услуг, необходимо разработать методику данной оценки. В дальнейшем это позволит выявить, по каким показателям требуется корректировка и какие стимулы можно применить для улучшения показателей работы организаций.

Для формирования методики оценки результативности необходимо сформировать факторы, влияющие на результативность как с точки зрения пассажира (оценка качества), так и с точки зрения предприятий, оказывающих транспортные услуги (эффективность), и заказчика услуг – Департамента транспорта (управление).

Исторически в литературе по экономике, менеджменту и управлению качеством в основном использовались понятия эффективности и управления эффективностью. Однако во второй половине XX в. в менеджменте качества возникло самостоятельное направление, получившее название «управление результативностью», начали формироваться понятия результативности как альтернативные эффективности, как более комплексные термины.

Значительный вклад в становление и развитие понятия «результативность» применительно к деятельности организации внесли П. Друкер, Ч. Барнард, Дж. Л. Гибсон, Дж. Окланд, М. Портер (ориентация на признание важности различных групповых и индивидуальных интересов, выделение индивидуального, группового и организационного уровней результативности, а также соответствующих им параметров, создание ценности для различных групп заинтересованных сторон) и др.

В отечественной и зарубежной литературе

выделяются два альтернативных подхода к пониманию соотношения между категориями эффективность и результативность.

В рамках первого подхода эффективность рассматривают как характеристику системы «...с точки зрения качества, результативности и своевременности достижения ее целей, развития системы в запланированном направлении при выполнении определенных критериальных показателей и ограничений», то есть эффективность включает в себя оценку всех аспектов деятельности организации и представляется более широким понятием, чем результативность [3, 5]. В работе [21, с. 354] результативность стоит в одном ряду с такими показателями, как затраты, качество, надёжность и является одним из показателей обслуживания.

При втором подходе на основе анализа всех аспектов деятельности организации характеризуется ее результативность... Т.А. Владимирова понимает под результативностью степень достижения целей и трактует результативность как более широкую категорию, нежели эффективность... [6]. Существует и третий подход, когда значения слов «эффективность» и «результативность» равны [7].

В целом под результативностью понимается комплексная многопараметрическая характеристика, отражающая способность организации достигать сбалансированных стратегических и тактических результатов, удовлетворяющих интересы и требования различных групп заинтересованных сторон, с позиции улучшения качества менеджмента, создания добавленной ценности, повышения конкурентоспособности организации.

В стандартах ISO серии 9000:2000 результативность определяется как степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов, то есть, чем точнее достигается поставленная цель, тем лучше результативность. Например, выполнение плана является показателем результативности отдела. Эффективность согласно ISO 9000:2000, это соотношение достигнутых результатов и использованных ресурсов. Таким образом, результативность может повышаться, при том что эффективность падает [7, 10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При написании данной статьи использовались методы и инструменты менеджмента качества, методы системного, структурного и сравнительного анализа, табличного представления результатов исследования. При разработке расчётных показателей оценки ре-

зультативности системы применены целевой, системный, процессный, многопараметрический, ценностно-ориентированный, многоуровневый подходы.

Теоретической и методологической основой послужили труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные проблемам оценки результативности городского пассажирского транспорта, в том числе и с позиции менеджмента качества; публикации в периодической печати по данной проблеме; действующие международные и национальные стандарты. Информационно-эмпирическую базу работы составили показатели отчетности муниципальных предприятий и Департамента транспорта города Омска.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Следует выделить различные уровни управления результативностью: индивидуальный (пассажир), организационный (перевозчик), процессный (заказчик услуг). Все названные уровни взаимосвязаны и пронизаны процессами, реализуемыми в среде. Каждый из уровней предполагает формирование соответствующих целей. Перевозчик заинтересован в достижении успешных показателей для достижения стратегических целей организации. Интересы заказчика услуг – в создании среды для успешного управления результативностью на всех уровнях и достижения стратегических целей области на пути к устойчивому развитию.

В настоящей работе предлагаются показатели, позволяющие оценить результативность функционирования системы городского общественного пассажирского транспорта в соответствии с

- ГОСТ Р51004 – 96, ГОСТ Р51006 – 96 (доступность, комфортность, безопасность, своевременность, сохранность багажа) [14, 15],

- распоряжением Минтранса России от 31.01.2017 N НА-19-р (доступность, комфортность, надёжность) [25],

- работами [31, 40] в условиях внутригородских перевозок (показатели выбраны для данных условий).

Список сокращений:

ГОПТ – городской общественный пассажирский транспорт,

ДТП – дорожно-транспортное происшествие,

ИП – индивидуальный предприниматель,

МГН – маломобильные группы населения,

МП – муниципальное предприятие,

МС – маршрутная сеть,

ООО – общество с ограниченной ответственностью,

ОП – остановочный пункт,

ПАТП (АТП) – пассажирское автотранспортное предприятие,

ПС – подвижной состав,

РЭК – региональная энергетическая комиссия,

ТС – транспортное средство.

Социальный стандарт транспортного обслуживания, вышедший в 2017 г., устанавливает показатели качества транспортного обслуживания населения, которое представляет собой интегральную оценку уровня транспортного обслуживания населения [25].

Стандарт предлагает оценивать результативность функционирования системы (качество услуг) следующими показателями:

Доля ОП, оборудованных в соответствии с требованиями (п. 2.5) [12, 17, 19, 25, 34, 40].

Доля ОП, доступных для МГН (п. 2.2) [16, 25, 34, 35, 38].

Доля ОП, доступных территориально (п. 2.1) [25, 33, 40].

Доля расходов пассажира на ГОПТ или ценовая доступность поездок (п. 2.4) [25, 38].

Доля рейсов с соблюдением норм наполнения салона ПС (п. 4.4) [13, 25, 40].

Доля ПС, оснащённого средствами информирования в соответствии с п. 32,36,37 Правил перевозок пассажиров... (п. 4.1) [25, 28].

Доля ПС, оборудованного устройствами для перевозки МГН (п. 2.3) [16, 24, 25, 35, 38, 40];

Доля ПС класса не ниже Евро – 4 в общем числе (п. 4.6) [25].

Доля регулярных рейсов, выполненных в момент времени, установленный расписанием, или в пределах допустимых отклонений от расписания движения (п. 3.1) [25].

Предлагаемый стандартом коэффициент соблюдения норм по количеству пересадок (п. 4. 5) рассчитать для маршрутной сети, на которой работают коммерческие перевозчики, в условиях отсутствия стопроцентного оснащения ПС терминалами для безналичного расчёта не предоставляется возможным. Рекомендуются заменить коэффициентом пересадочности.

Целесообразно дать рекомендации п. 2.6 стандарта, заменить п. 1.3 (см. табл. 1).

Целесообразно дать рекомендации п. 4.2 и 4.3 объединить в п. 2.1 (см. табл. 1).

Авторами предлагается дополнить список показателей показателями, оказывающими существенное влияние на качество перевозок ГОПТ (см. табл. 1) [22, 23, 31, 39, 40] и далее рассчитать интегральный показатель по формуле

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

$$ИПР_{пасс} = \sqrt[n]{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n}, \quad (1)$$

где $k_1, k_2, \dots, k_n$ – показатели 1 – 10 (перечислены выше) [25], 1.1 – 1.3 (табл.1), 2.1 – 2.6 (табл.1); n – количество показателей ($n=19$).

Таблица 1
ПОКАЗАТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДЛЯ ПАССАЖИРА
Table 1
EFFECTIVENESS' INDICATORS FOR THE PASSENGER

№ п/п	Наименование показателя	Формула	Нормативы и нормативные документы	Категория, примечание
1	2	3	4	5
1.	Общие			
1.1	Маршрутный коэффициент – степень разветвлённости МС	$\mu = \frac{L_{MC}}{L_{TC}},$ где L_{TC} – длина транспортной сети, км; L_{MC} – длина маршрутной сети, км	СП 42.13330.2011 [33], 2.0...4	Доступность
1.2	Доля автодорог МС, отвечающих нормам и требованиям эксплуатации	$v_{днрМС} = \frac{L_{днрМС}}{L_{MC}},$ где $L_{днрМС}$ – протяжённость автодорог МС, отвечающих требованиям, км; L_{MC} – длина маршрутной сети, км	ГОСТ Р50597-93, СП 78.13330.2012 [12, 36]	Доступность, безопасность, комфортность, своевременность
1.3	Доля маршрутов с соблюдением рекомендуемого интервала по плану - реестру	$v_{мМС} = \frac{N_{мМС}}{N_{мобицМС}},$ где $N_{мМС}$ – количество маршрутов МС с соблюдением интервала по плану - реестру, ед.; $N_{мобицМС}$ – общее количество маршрутов МС по реестру, ед.	Рекомендуемый интервал – 5...7 минут [37]	Своевременность, в стандарте [25] нет, предлагается вместо п. 2.6 «Доля ОП, обслуживаемых с минимальной нормативной частотой»
2	Частные (по маршрутам)			
2.1	Доля ТС, соответствующих нормативам по техническому - шум, вибрации, освещение, температура – и санитарному состоянию ТС	$v_{ТСнс} = \frac{A_{нс}}{A_{сн}},$ где $A_{нс}$ – количество ТС, соответствующих нормативам, ед.; $A_{сн}$ – списочное количество ТС, ед.	Уровень шума не выше: в автобусе – 88 дБА, т возд. миним. +12С, максим. +25С, освещенность 800...1000 люкс [13, 25, 32]	Комфортность в стандарте [25] (п.4.2, 4.3), через долю ТС с нормативным уровнем шума и долю рейсов с нормативной температурой

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
2.2	Коэффициент использования рабочего времени	$K_{исвр} = \frac{T_{\text{м}}}{24},$ где $T_{\text{м}}$ – время на маршруте, ч.		Доступность
2.3	Доля ПС, оснащённого терминалами для безналичного расчёта	$k_{\text{терм}} = \frac{A_{\text{терм}}}{A_{\text{сп}}},$ где $A_{\text{терм}}$ – количество ТС, оснащённых терминалом, ед. $A_{\text{сп}}$ – списочное количество ТС, ед.		Доступность
2.4	Доля ПС, оснащённого навигаторами и подключенного к системе ГЛОНАСС	$k_{\text{GPS}} = \frac{A_{\text{GPS}}}{A_{\text{сп}}},$ где A_{GPS} – количество ТС, подключенных к ГЛОНАСС, ед. $A_{\text{сп}}$ – списочное количество ТС, ед.	Приказ №285 Минтранса России от 31.07.2012 [26]	Доступность
2.5	Доля ДТП по вине перевозчика, в которых не было причинения вреда здоровью и гибели пассажиров	$\omega_{\text{ДТПобщ}} = \frac{N_{\text{ДТПбэж}}}{N_{\text{ДТПобщ}}},$ где $N_{\text{ДТПбэж}}$ – количество ДТП по вине перевозчика, в которых не было причинения вреда здоровью и гибели пассажиров, ед.; $N_{\text{ДТПобщ}}$ – общее количество ДТП, ед.	→ 0	Безопасность
2.6	Доля ТС, в которых предоставляется хотя бы 1 доп. услуга сервиса (Wi-Fi, TV, зарядные устройства)	$k_{\text{допсерв}} = \frac{A_{\text{допсерв}}}{A_{\text{сп}}},$ где $A_{\text{допсерв}}$ и – количество ТС, в которых предоставляется хотя бы 1 доп. услуга, ед. $A_{\text{сп}}$ – списочное количество ТС, ед.		Комфортность

Рассмотрим показатели, которые использует перевозчик при оценке результативности своей деятельности (ПАТП, ООО, ИП).

Целью основной деятельности пассажирского автотранспортного предприятия (ПАТП) является оказание качественных пассажирских перевозок. В современных условиях проблема повышения качества оказания данных услуг связана с обеспечением комфортности, выполнения требований безопасности, надёжностью подвижного состава и т.д. Данные параметры (комфортность, безопасность, надёжность) являются характеристиками качества подвижного и водительского состава для пассажирских перевозок [4].

В соответствии с рекомендациями стандартов серии ГОСТ ISO 9001 – 2011 любая организация должна определить процессы, входящие в систему менеджмента качества, их реализацию во всей организации, определить последовательность и взаимодействие этих процессов [11]. Использование системы процессов позволяет эффективно планировать и управлять подготовкой к работе подвижного и водительского состава автотранспортного предприятия для обеспечения комфортности, работоспособности и требований безопасности при пассажирских перевозках.

В настоящее время на рынке транспортных услуг в сфере пассажирских перевозок имеет место достаточно жёсткая конкуренция, и в этих условиях конкурентной борьбы перевозчику следует оценивать свою деятельность не только с точки зрения эффективности вложения своих финансовых затрат, рентабельности, прибыли, но и с точки зрения конкурентоспособности предоставляемых услуг (по объёму перевозок, надёжности, безопасности, комфортности и т.д.).

К показателям результативности перевозчика можно отнести:

Технико-эксплуатационные показатели:

Объём перевозок, пасс.

Пассажирооборот, пасс – км.

Списочное количество ТС, ед.

Объём перевозок на 1 ТС, пасс. /ед.

Коэффициент технической готовности [37, с.127 – 135].

Коэффициент выпуска [37, с.127 – 135].

Эксплуатационная скорость, км/ч.

Количество рейсов, ед.

Коэффициент использования вместимости.

Коэффициент регулярности.

Коэффициент использования пробега.

Машино-часы в наряде, тыс. ч.

Количество ДТП общее по вине перевозчика на 1 км пробега, ед.

Доля ДТП, в которых по вине перевозчика был нанесён вред здоровью, ед.

Доля ДТП, в которых по вине перевозчика произошла гибель 1 и более чел.

Предлагается дополнить список общеизвестных технико-эксплуатационных показателей, используемых для расчёта эффективности работы предприятия, следующим, обычно не принимаемым во внимание:

Доля маршрутов, обслуживаемых АТП, по протяжённости в общей длине МС, км.

Экономические показатели:

Доходы всего, руб., в т.ч.:

- доходы собственные,

- доходы от продажи проездных билетов длительного пользования,

- дотации из бюджета.

Расходы, руб., в т.ч. по статьям.

Прибыль, руб. (убытки со знаком -).

Себестоимость 1 пассажира, руб.

Фондоотдача [29].

Рентабельность ОПФ [29].

Коэффициент оборачиваемости [29].

Рентабельность ОС [29].

Предлагается дополнить данный список показателем:

Сумма, затраченная на покупку новых ТС, за период, руб.

Данные показатели имеют различные единицы измерения, поэтому интегральная оценка результативности может производиться только через отношение плановой и фактической составляющих.

Рассмотрим показатели, которые использует при оценке результативности заказчик услуг – Департамент транспорта (эффективность управления), - и определим точки соприкосновения интересов сторон.

Результативность для Департамента транспорта – это, с одной стороны, обеспечение максимального качества пассажирских перевозок, которое напрямую влияет на социально-экономическое развитие города, и, с другой стороны, обеспечение минимальной нагрузки на бюджет.

Обычно используют следующие показатели результативности заказчика услуг – департамента транспорта, которые можно разделить на категории по интересам:

Соответствующие запросам потребителя – пассажира (см. показатели результативности для пассажира).

Соответствующие интересам перевозчика:

Объём перевозок, пасс.

Списочное количество ТС, ед.

Количество рейсов, ед.
 Кол-во ДТП общее по вине перевозчика на 1 км пробега, ед.
 Доля ДТП по вине перевозчика, в которых был нанесён вред здоровью.
 Доля ДТП по вине перевозчика, в которых произошла гибель людей.
 Представляющие интересы только заказчика услуг:
 Дотации по предприятиям, руб.
 Доля социальных (бесплатных) поездок в общем числе поездок, ед.
 Предлагается уделить внимание следующим показателям:
 Количество выявленных нарушений при жалобах на ТС и экипаж, ед.
 Доля ТС, вместимость которых меньше средней расчётной вместимости на маршруте, ед.
 Доля ТС, вместимость которых больше средней расчётной вместимости на маршруте, ед.
 Доля маршрутов, обслуживаемых коммерческим транспортом по числу маршрутов (в т.ч. частично), ед.
 Доля маршрутов, обслуживаемых коммерческим транспортом по протяжённости (в т.ч. частично) в общей длине МС, км.
 Доля коммерческих транспортных средств, работающих на маршрутах, в общем числе ТС на маршрутах, ед.
 Доля приобретённых ТС за период в общем числе ТС на маршрутах, ед.
 Показатели результативности в данном случае, как и для перевозчика, следует рассматривать в отношении план-факт.

ОБСУЖДЕНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

В настоящей работе процесс транспортного обслуживания рассматривается как организованный комплекс взаимосвязанных действий, которые в совокупности дают ценный результат для потребителя. В работе было произведено выделение уровней результативности, а также соответствующих им параметров, были сформированы показатели результативности, отвечающие требованиям пассажира, интересам перевозчика и интересам заказчика услуг. Следует отметить, что пассажир хочет получить максимально возможное качество услуг (рекомендуемый интервал в 5...7 минут [4] во все часы суток и дни недели) с минимальными затратами на поездку (стоимостными, пересадками, физиологического состояния). Перевозчик заинтересован в получении максимальной прибыли (при этом ему выгодно

повышать тариф до определенного значения) и минимальных вложениях (а значит, развитии системы) – «тариф-качество», но при этом учитывает балансы «тариф-объём перевозок» и «качество-объём перевозок». Зачастую перевозчик сокращает количество «невыгодных» для него рейсов в межпиковое время и в выходные, что отрицательно сказывается на качестве. Но работа перевозчика на линии в такие часы и дни требует дотаций. При этом Департамент транспорта как заказчик услуг заинтересован именно в сокращении дотаций, которые составляют разницу между стоимостью проезда и себестоимостью перевозок, но и заинтересован в обеспечении максимального качества пассажирских перевозок, которое напрямую влияет на социально-экономическое развитие города. В заключение следует отметить, что несмотря на разность интересов пассажира, перевозчика и заказчика, существуют такие области, в которых интересы совпадают (регулярность, использование вместимости в границах предельных значений и др.). Из разработанной базовой библиотеки ключевые показатели результативности могут выбираться, дополняться или адаптироваться в зависимости от потребностей и особенностей системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mochalin, S.M. Condition for application of logistic principles in practice of urban public passenger transport of the city of Omsk / S.M. Mochalin, M.E. Kasper, O.A. Nikiforov, G.G. Levkin // Transport problems – 2017. Proceedings IX International Scientific Conference; VI International Symposium of Young Researchers. – 2017. – С. 441-451.
2. Vdovychenko, V. Formation of methodological levels of assessing city public passenger transport efficiency / V. Vdovychenko, Y. Nagornyy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 3/3 (81). – С.44-51.
3. Баранова И.В. Оценка эффективности управления муниципальными финансами : учеб.-метод. пособие. Новосибирск : САФБД, 2009. 47 с.
4. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. М. : Транспорт, 1990. 200 с.
5. Владимирова Т.А., Цевелев С.А. Система сбалансированных показателей для оценки результативности регионального филиала Федеральной пассажирской компании // Сибирская финансовая школа. 2016. № 1(114). С.127 – 131.
6. Владимирова Т.А. Целеполагание и результативность в стратегическом финансовом менеджменте // Сибирская финансовая школа. 2013. № 6(101). С.113 – 121.
7. Воронова Е.К. Управление результативностью деятельности организации на основе методологии менеджмента качества : автореферат дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.05 : защищена 03.07.14 / Е.К. Воронова ; науч. рук. д-р экон. наук, проф. Салимова Т.А. ; Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. Саранск, 2014. 23 с.
8. Головина Н.А. Никифорова Л.Е. Management by

Objectives, Performance Management и Balanced Scorecard // Сибирская финансовая школа. 2013. № 5(100) С.23 – 33.

9. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1979-07-01. М. : изд-во стандартов, 1987. I, 22 с. : ил.

10. ГОСТ ISO 9000–2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. 2013-01-01. М. : Стандартинформ, 2012. II, 32 с. : ил.

11. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 2013-01-01. М. : Стандартинформ, 2012. I, 36 с. : ил.

12. ГОСТ Р 50597-93. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Введ. 1994-07-01. М. : Стандартинформ, 2012. 11 с. : ил.

13. ГОСТ Р 41.36-2004 (Правила ЕЭК ООН № 36). Единые предписания, касающиеся сертификации пассажирских транспортных средств большой вместимости в отношении общей конструкции. Введ. 2005-01-01. М. : ИПК изд-во стандартов, 2004. 98 с. : ил.

14. ГОСТ Р 51004-96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества. Введ. 1997-01-01. М. : ИПК изд-во стандартов, 1997. 12 с. : ил.

15. ГОСТ Р 51006-96. Услуги транспортные. Термины и определения. Введ. 1997-01-01. М. : ИПК изд-во стандартов, 1997. 11 с. : ил.

16. ГОСТ Р 51090-97. Средства общественного пассажирского транспорта. Общие технические требования доступности и безопасности для инвалидов. Введ. 1998-07-01. М. : ИПК изд-во стандартов, 1997. 27 с. : ил.

17. ГОСТ Р 51256-2011. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. Введ. 2012-09-01. М. : Стандартинформ, 2012. 33 с. : ил.

18. ГОСТ Р 51825-2001. Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования. Введ. 2013-01-01. М. : Госстандарт России, 2001. 13 с. : ил.

19. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. Введ. 2008-07-01. М. : Стандартинформ, 2012. 32 с. : ил.

20. Гудков В.А., Н. В. Дулина, А Нгуен Тхы Тху Хыонг, Мыльников П. А. Оценка качества перевозки пассажиров маршрутными таксомоторами и городским пассажирским общественным транспортом // Технология, организация и управление автомобильными перевозками. Сборник научных трудов №3. Омск : СибАДИ, 2010. С. 90 – 95.

21. Миротин Л. Б. Транспортная логистика : Учебник для транспортных вузов / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. М. : Экзамен, 2003. 512 с.

22. О реестре муниципальных маршрутов регулярных перевозок в границах города Омска: приказ департамента транспорта Администрации города Омска, 23 марта 2016 г., N 21 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.admomsk.ru/web/guest/government/divisions/36/transport>.

23. Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации : федеральный закон Российской Федерации, 13 июля 2015 г., № 220-ФЗ [Электрон. ресурс] // Консультант-Плюс.

24. Об утверждении Порядка обеспечения условий доступности для пассажиров из числа инвалидов транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта, автовокзалов, автостанций и предоставляемых услуг, а также оказания им при этом необходимой помощи (зарег. Минюст России, 06 мая 2016 г., N 42032) : приказ Минтранса РФ, 01 декабря

2015 г., N 347 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс.

25. Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом. Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 31 января 2017г. № НА-19-р.

26. Об утверждении требований к средствам навигации, функционирующим с использованием навигационных сигналов системы ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS и предназначенным для обязательного оснащения транспортных средств категории М, используемых для коммерческих перевозок пассажиров, и категории N, используемых для перевозки опасных грузов : приказ Минтранса РФ, 31 июля 2012 г., № 285 [Электронный ресурс] // Гарант.ру <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70129002/Neixzz4vV3V2oeW>

27. Полтавская Ю.О. Состояние оценки качества транспортных услуг на городском общественном пассажирском транспорте в российской действительности / Ю.О. Полтавская // Научный журнал «Апробация». 2015. № 2 (29). С. 18 – 20.

28. Правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом : утв. Постановлением Правительства РФ N 112 (ред. от 28.04.2015) от 14 февраля 2009 г. М. : 2009. 34 с.

29. Расчёт экономических показателей деятельности автотранспортного предприятия: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Экономика отрасли» для студентов всех форм обучения направления «Технология транспортных процессов» профиля «Организация перевозок на автомобильном транспорте» / сост.: Л.С. Трофимова, С.В. Сорокин, Е.С. Хорошилова. Омск : СибАДИ, 2012. 34 с.

30. Сафронов К.Э., Мочалин С.М. Обеспечение доступности различных видов пассажирского транспорта для инвалидов // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии, 2015. № 5. С. 45 – 52.

31. Славина Ю.А. Научно-практические методы оценки качества обслуживания населения городским наземным пассажирским транспортом : дис ... кандидата технических наук : 05.22.10 : защищена 25.12.15: утв. 31.03.16 / Ю.А. Славина ; науч. рук. д-р экон. наук, доц. С.А. Гусев ; Волгоградский государственный технический университет. Саратов, 2015. 194 с.

32. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий : утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ N 40 от 31.10.1996. Введ. 1996-10-31 М. : Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 14 с. : ил.

33. СП 42.13330.2011 : Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. Введ. 2011-05-20 М. : ОАО «ЦПП», 2011. 114 с. : ил.

34. СП 52.13390.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. Введ. 2011-05-20 М. : Минрегион России, 2011. 74 с. : ил.

35. СП 59.13330.2012. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 (с Изменением N 1). Введ. 2013-01-01 М. : Минстрой России, 2015. 62 с. : ил.

36. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с Изменением N 1). Введ. 2013-07-01 М. : Минрегион России, 2013. 73 с. : ил.

37. Спирин И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник для студ.

учреждений сред. проф. образования / 5-е изд., перераб. М. : Издательский центр «Академия», 2010. 400 с.

38. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта : федеральный закон Российской Федерации, 08 ноября 2007 г., N 259-ФЗ (ред. от 03.07.2016) [Электрон. ресурс] // КонсультантПлюс

39. Чернов В.П. Исследование оценки качества в системе критериев эффективности перевозок пассажиров /

В.П. Чернов, Т.В. Кабалина // Актуальные проблемы экономики и права. 2010. № 4. С. 219 – 224.

40. Якунина Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров общественным автомобильным транспортом : дис ... доктора технических наук : 05.22.10 : защищена 20.11.15 : утв. 31.03.16 ; науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.П. Фот ; Оренбургский государственный университет. Оренбург, 2015. 498 с.

THE CALCULATED INDICATORS' FORMATION FOR THE PUBLIC PASSENGER TRANSPORTATION SYSTEM'S EVALUATION

S.M. Mochalin, M.E. Kasper

ANNOTATION

Introduction: The article analyzes the performance indicators' formation, identifies the main problems in solving the problem of assessing the urban public passenger transport system effectiveness. The article demonstrates the approaches to the correlation between the efficiency and effectiveness concepts and gives the most significant interpretations of the effectiveness in accordance with the standards.

Materials and methods: The methods and tools of quality management, of the system, the structural and comparative analysis are used in the research. In the development of calculation indicators, the aim-oriented, multiparameter, value-oriented, multi-level approaches are applied for assessing the system effectiveness.

Results The indicators are created in the work in accordance with accepted standards in terms of the three components of the «passenger-carrier-department» system, which take into account the interests of each side. There are such areas in which the interests of the passenger, the carrier and the customer coincide despite the difference in the interests.

Discussions and conclusions: The purpose of the work is to generate indicators for the integrated effectiveness indicator development, and to complement the indicators by the transport service social standard of 2017. Such indicators of performance evaluation could be used to develop the key integrated indicator of the system effectiveness, taking into account the interests of the three sides in urban public transport system.

KEYWORDS: urban public transport, efficiency, effectiveness, quality, technical and operational indicators.

REFERENCES

1. Mochalin S.M., Kasper M.E., Nikiforov O.A., Levkin G.G. Soudition for application of logistic principles in practice of urban public passenger transport of the city of Omsk [Condition for application of logistic principles in practice of urban public passenger transport of the city of Omsk]. Transport problems – 2017. Proceedings IX International Scientific Conference; VI International Symposium of Young Researchers. 2017. pp. 441 – 451.

2. Vdovychenko, V. Formation of methodological levels of assessing city public passenger transport efficiency / V. Vdovychenko, Y. Nagornyy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 3/3 (81). – С.44-51.

3. Baranova I.V. Ocenka effektivnosti upravleniya municipal'nymi finansami [Evaluation of the effectiveness of municipal finance management]. Novosibirsk, 2009. 47 p.

4. Varelopulo G.A. Organizaciya dvizheniya i perevozok na gorodskom passazhirskom transporte [Organization of traffic and traffic on urban passenger transport]. Moscow, Transport, 1990. 200 p.

5. Vladimirova T.A., Cevelev S.A. Sistema sbalansirovannykh pokazatelej dlya ocenki rezul'tativnosti regional'nogo filiala Federal'noj passazhirskoj kompanii [Balanced scorecard for evaluating the performance of the regional branch of the federal passenger company]. Sibirskaya finansovaya shkola, 2016, no 1(114), pp.127 – 131.

6. Vladimirova T.A. Celepolaganie i rezul'tativnost' v strategicheskome finansovome menedzhmente [Purpose and effectiveness in strategic financial management]. Sibirskaya finansovaya shkola, 2013, no 6(101), pp. 113 – 121.

7. Voronova E.K. Upravlenie rezul'tativnost'yu deyatelnosti organizacii na osnove metodologii menedzhmenta kachestva [Managing the effectiveness of the organization based on the methodology of quality management]. Saransk, 2014. 23 p.

8. Golovina N.A., Nikiforova L.E. Management by Objectives, Performance Management i Balanced Scorecard [Management by Objectives, Performance Management and Balanced Scorecard]. Sibirskaya finansovaya shkola, 2013, no 5 (100), pp. 23-33.

9. GOST 15467-79. Upravleniye kachestvom produktsii. Osnovnyye ponyatiya. Terminy i opredeleniya [Product quality management. Basic concepts. Terms and Definitions]. 1979-07-01. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1987. 22 p.

10. GOST ISO 9000–2011. Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnyye polozheniya i slovar' [Quality management systems. Basic provisions and vocabulary]. 2013-01-01. Moscow, Standartinform, 2012. 32 p.

11. GOST ISO 9001-2011. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya [Quality management systems. Requirements]. 2013-01-01. Moscow, Standartinform, 2012. 36 p.

12. GOST P50597-93. Trebovaniya k ekspluatatsionnomu sostoyaniyu, dopustimomu

po usloviyam obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Requirements for the operational state, permissible on the conditions for ensuring road safety]. 1994-07-01. Moscow, Standartinform, 2012. 11 p.

13. GOST R41.36-2004 (UNECE Regulation No. 36). Yedinoobraznyye predpisaniya, kasayushchiyesya sertifikatsii passazhirskikh transportnykh sredstv bol'shoy вместимости v otnoshenii obshchey konstruktssii [Uniform provisions concerning the certification of large capacity passenger vehicles in relation to the general design]. 2005-01-01. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2004. 98 p.

14. GOST R51004-96. Uslugi transportnyye. Passazhirskie pervozki. Nomenklatura pokazateley kachestva [Transport services. Passenger Transportation. Nomenclature of quality indicators]. 1997-01-01. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 1997. 12 p.

15. GOST R51006-96. Uslugi transportnyye. Terminy i opredeleniya [Transport services. Terms and Definitions]. 1997-01-01. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 1997. 11 p.

16. GOST R51090-97. Sredstva obshchestvennogo passazhirskogo transporta. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya dostupnosti i bezopasnosti dlya invalidov [Means of public passenger transport. General technical requirements for accessibility and safety for the disabled]. 1998-07-01. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 1997. 27 p.

17. GOST R51256-2011. Tekhnicheskiye sredstva organizatsii dorozhnogo dvizheniya. Razmetka dorozhnaya. Klassifikatsiya. Tekhnicheskiye trebovaniya [Technical means of organizing traffic. Road marking. Classification. Technical requirements]. Moscow, Standartinform, 2012. 33 p.

18. GOST R51825-2001. Uslugi passazhirskogo avtomobil'nogo transporta. Obshchiye trebovaniya [Services of passenger motor transport. General requirements]. 2013-01-01. Moscow, Gosstandart Rossii, 2001. 13 p.

19. GOST R52766-2007. Dorogi avtomobil'nyye obshchego pol'zovaniya. Elementy obustroystva. Obshchiye trebovaniya. [Roads of public use. Elements of arrangement. General requirements]. Moscow, Standartinform, 2012. 32 p.

20. Gudkov V.A., Dulina N. V., Nguyen Tkhy Tkhu Khyong, Myl'nikov P. A., Otsenka kachestva perevozki passazhirov marshrutnymi taksomotorami i gorodskim passazhirskim obshchestvennym transportom [Evaluation of the quality of passenger transportation by route taxis and urban passenger public transport]. Tekhnologiya, organizatsiya i upravleniye avtomobil'nyimi perevozkami. Sbornik nauchnykh trudov №3 [Technology, organization and management of road transport. Collection of proceedings №3]. Omsk, SibADI, 2010. pp. 90 – 95.

21. Mirotn L. B. Transportnaya logistika [Transport logistics]. Moscow, Ekzamen, 2003. 512 p.

22. O reyestre munitsipal'nykh marshrutov regul'yarnykh perevozok v granitsakh goroda Omska: prikaz departamenta transporta Administratsii goroda Omska [On the register of municipal routes for regular transport within the city of Omsk: the order of the Department of Transportation of the Administration of the city of Omsk]. 2016, March 23, no. 21. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.admoms.ru/web/guest/government/divisions/36/transport>.

23. Ob organizatsii regul'yarnykh perevozok passazhirov i bagazha avtomobil'nym transportom i gorodskim nazemnym elektricheskim transportom v Rossiyskoy Federatsii: federal'nyy zakon Rossiyskoy Federatsii [On the organization of regular transportation of passengers and baggage by road and urban land electric transport in the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation]. 2015, July 13, no. 220. [Electronic resource]. Access mode by ConsultantPlus.

24. Ob utverzhdenii Poryadka obespecheniya usloviy dostupnosti dlya passazhirov iz chisla invalidov transportnykh sredstv avtomobil'nogo transporta i gorodskogo nazemnogo

elektricheskogo transporta, avtovokzalov, avtostantsiy i predostavlyayemykh uslug, a takzhe okazaniya im pri etom neobkhodimoy pomoshchi: prikaz Mintransa RF [On approval of the Procedure for providing conditions for the accessibility of vehicles of road transport and city land electric transport, bus stations, bus stations and services provided for passengers from among disabled persons, as well as providing them with the necessary assistance: the order of the Ministry of Transport of the Russian Federation]. 2015, December 1, no. 347. [Electronic resource]. Access mode by ConsultantPlus.

25. Ob utverzhdenii sotsial'nogo standarta transportnogo obsluzhivaniya naseleniya pri osushchestvlenii perevozok passazhirov i bagazha avtomobil'nym transportom i gorodskim nazemnym elektricheskim transportom: rasporyazheniye Ministerstva transporta Rossiyskoy Federatsii [On the approval of the social standard of transport services for the population when carrying passengers and luggage by road and urban land electric transport: order of the Ministry of Transport of the Russian Federation]. 2017, January 31, no. NA-19-r.

26. Ob utverzhdenii trebovaniy k sredstvam navigatsii, funktsioniruyushchim s ispol'zovaniyem navigatsionnykh signalov sistemy GLONASS ili GLONASS/GPS i prednaznachennym dlya obyazatel'nogo osnashcheniya transportnykh sredstv kategorii M, ispol'zuyemykh dlya kommercheskikh perevozok passazhirov, i kategorii N, ispol'zuyemykh dlya perevozki opasnykh грузов : prikaz Mintransa RF [On approval of requirements for navigation aids operating using the navigation signals of the GLONASS or GLONASS / GPS system and intended for the mandatory equipping of M category vehicles used for the commercial transport of passengers and the N category used for the transport of dangerous goods: the order of the Ministry of Transport of the Russian Federation]. 2012, July 31, no. 285. [Electronic resource]. Access mode by <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70129002/Neixzz4vV3V2oeW>

27. Poltavskaya Yu.O. Sostoyaniye otsenki kachestva transportnykh uslug na gorodskom obshchestvennom passazhirskom transporte v rossiyskoy deystvitel'nosti [State of the assessment of the quality of transport services on urban public passenger transport in the Russian reality] Nauchnyy zhurnal «Aprobatsiya», 2015, no 2(29). pp. 18 – 20.

28. Pravila perevozok passazhirov i bagazha avtomobil'nym transportom i gorodskim nazemnym elektricheskim transportom : postanovleniye Pravitel'stva RF [Rules for the transport of passengers and luggage by road and urban land electric transport: decree of the Government of the Russian Federation]. 2009, February 14, no. 112. Moscow, 2009. 34 p.

29. Trofimova L.S., Sorokin S.V., Khoroshilova E.S. Raschot ekonomicheskikh pokazateley deyatel'nosti avtotransportnogo predpriyatiya [Calculation of economic performance of the motor transport enterprise] Omsk, SibADI, 2012. 34 p.

30. Safronov K.E., Mochalin S.M. Obespecheniye dostupnosti razlichnykh vidov passazhirskogo transporta dlya invalidov [Ensuring the availability of various types of passenger transport for disabled people]. Vestnik SibADI, 2015, no. 5. pp. 45 – 52.

31. Slavina Yu.A. Nauchno-prakticheskiye metody otsenki kachestva obsluzhivaniya naseleniya gorodskim nazemnym passazhirskim transportom [Scientific and practical methods of assessing the quality of service to the population by urban surface passenger transport]. Saratov, 2015. 194 p.

32. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. Sanitarnyye normy. 2.2.4. Fizicheskiye faktory proizvodstvennoy sredy. 2.1.8. Fizicheskiye faktory okruzhayushchey prirodnoy sredy. Proizvodstvennaya vibratsiya, vibratsiya v pomeshcheniyakh

– механизированный. При использовании группы автотранспортных средств в оперативном планировании в качестве математического аппарата исследований применена модель описания работы в малой автотранспортной системе перевозок грузов. Определены выработка в тоннах, время возможной работы автомобилей для каждого расстояния из рассматриваемого диапазона. Установлены зависимости затрат на аренду группы автотранспортных средств, себестоимости перевозки одной тонны груза и коэффициента использования оплаченного времени от изменения расстояния перевозок торговых грузов. Выполнена проверка установленных зависимостей на адекватность исследуемому процессу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аренда, группа автотранспортных средств, расстояние перевозок грузов, малая ненасыщенная автотранспортная система.

ВВЕДЕНИЕ

Переход экономики России в рыночные отношения существенно изменил практику работы транспортных средств. Ранее перевозки грузов в городах осуществляли только транспорт общего пользования и ведомственный, форма собственности – государственная. В настоящее время, по мнению А.Э. Горева [1], автомобильным транспортом государственной формы собственности перевозится менее 10% грузов в РФ, появились предприятия, удовлетворяющие спрос организаторов перевозок в возможности найма подвижного состава по почасовому тарифу. Результаты исследования практики работы организаций автомобильного транспорта в городе Омске [2,3] позволяют утверждать, что существенное количество организаций (46,33%), которые позиционируют себя на рынке автотранспортных услуг как АТП, организацией перевозок не занимаются, а сдают автотранспортные средства (АТС) в аренду на условиях почасовой оплаты [4].

Теория грузовых автомобильных перевозок (ГАП) помашинными отпавками в области планирования получила развитие в трудах ученых СибАДИ [5,6,7], мелкими оправками в [5,8,9,10,11,12]. При этом теоретические положения аренды АТС по сравнению с практикой ее применения не получили развития. Отдельные аспекты (достоинства и недостатки) применения автотранспортных средств на условиях почасовых тарифов отражены в работах [13,14,15 и др.].

Арендаторов АТС интересуют результаты их использования, поскольку за смену ими может быть перевезено разное количество груза, однако организации, предоставляющие АТС в аренду, получают доходы только за общее время сдачи и за подачу, а не за количество перевезенного груза. В случае неудовлетворенности арендатора результатами работы наемных АТС организация-арендодатель может потерять клиента. В современной практике в городских условиях эксплуатации арендные АТС осуществляют перевозки на разных расстояниях [16]. Это определяет необходимость

знания организациями-арендодателями, какое влияние оказывает изменение расстояния перевозок грузов на результаты работы группы АТС, и прежде всего на затраты по аренде. Под арендными понимаются АТС с водителем, взятые в пользование на условиях почасовых тарифов на определенное время.

Задача настоящей статьи в том, чтобы выявить значимый фактор, который может затронуть интересы арендодателей АТС и установить зависимости его влияния на результаты работы арендных АТС.

В работе [17] задача установления зависимости результатов работы группы АТС от расстояния перевозок грузов рассмотрена на примере работы группы автомобилей с кузовом типа фургон грузоподъемностью 1,5 т при перевозке торговых грузов первого класса на маятниковом маршруте с обратным негруженым пробегом (в малой ненасыщенной АТСПГ), при диапазоне пробега с грузом от 1 до 90 км, время погрузки-разгрузки $t_{\text{пр}}=0,53$ ч для условия применения только одного одноставочного тарифа.

В настоящей статье иной диапазон пробега с грузом (от 1 до 60 км) и для расчета затрат на аренду АТС применены одноставочный и двуставочный тарифы одновременно, остальные исходные данные для сопоставимости результатов исследования примем согласно [17]. Используем следующие условия и допущения:

- оплата за работу арендного АТС производится от времени прибытия в пункт погрузки и до момента окончания последней разгрузки;
- фактически отработанное время перевозок грузов $T_{\text{м.ф.}i}$ каждого АТС в малой АТСПГ не округляем;
- под $I_{\text{сист}}$ понимается суммарный пробег АТС в малой АТСПГ без нулевых пробегов;
- нулевые пробеги при расчете не учитываем, т.к. при сдаче в аренду АТС время, затраченное на нулевой пробег, оплачивается в соответствии с тарифом за подачу АТС;
- стоимость одного часа аренды АТС и стоимость подачи АТС к месту погрузки принимаем согласно прейскуранту организации-арен-

додателя АТС [18];

- в случае ручной погрузки-разгрузки торговых грузов при средней технической скорости АТС, равной 25 км/ч, нормативный пробег АТС за смену принимаем 100 км;

- расчеты технико-эксплуатационных показателей (ТЭП), выработки, времени возможной работы T_{mi} каждого АТС с учетом ритма R прибытия АТС под погрузку-разгрузку выполнены с использованием модели описания функционирования малой ненасыщенной АТС-СПГ [5,8];

- в соответствии с рекомендацией автора модели малой АТС-СПГ, д.т.н., проф. Николина В.И., все расчеты работы группы АТС при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км проверялись построением расписаний;

- в качестве шага изменения ежедневно работающих АТС используем единицу АТС, диапазон – от 1 до 10 АТС [19];

- при расчете затрат на аренду группы АТС использование одноставочного и двухставочного тарифов одновременно означает, что при пробеге каждого АТС не более нормативного (в нашем примере 100 км) применяется одноставочный тариф, а в случае превышения нормативного пробега – двухставочный тариф, т.е. и за время работы без учета сверхнормативного пробега и за время работы с учетом доли пробега, превышающего 100 км;

- для оценки использования оплаченного времени для перевозки грузов введем коэффициенты использования оплаченного времени $K_{\text{исп.опл2}}$ и $K_{\text{исп.возм2}}$, в случае подачи всех АТС к одному и тому же времени применим $K_{\text{исп.опл2}}$, а в случае подачи АТС с учетом ритма прибытия АТС под погрузку-разгрузку – $K_{\text{исп.возм2}}$.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации задачи настоящей статьи были выполнены следующие шаги:

Шаг 1. Спроектирована система исходных данных. Сформулированы исходные ТЭП, приняты их исходные величины.

Шаг 2. Спроектирована малая ненасыщенная АТС-СПГ при исходных величинах ТЭП, для каждого значения изменяемого ТЭП из принятого диапазона малая АТС-СПГ была заново спроектирована, для каждого проекта малой АТС-СПГ выполнен расчет ТЭП каждого АТС группы по модели малой ненасыщенной АТС-СПГ при изменении значения пробега с грузом от 1 до 60 км. Для проверки точности аналитических расчетов для каждого проекта малой ненасыщенной АТС-СПГ построены расписания работы группы АТС для каждого значения пробега с грузом. По результатам проверки точности расчетов внесены поправки в результаты аналитических расчетов.

Шаг 3. Выполнены расчеты затрат на аренду группы АТС при использовании одноставочного и двухставочного тарифов одновременно, себестоимости перевозки одной тонны торгового груза арендными АТС грузоподъемностью 1,5 т, коэффициентов использования оплаченного времени.

Шаг 4. Представлены результаты расчета работы группы АТС в табличном и графическом видах.

Шаг 5. Установлены зависимости затрат на аренду АТС, выработки группы АТС, себестоимости перевозок одной тонны и коэффициентов использования оплаченного времени от изменения расстояния перевозок торговых грузов.

Шаг 6. Выполнена стандартная статистическая проверка адекватности полученных уравнений регрессии.

Шаг 7. Сделаны выводы.

Исходные данные для расчета работы группы арендных АТС представлены в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты расчета ТЭП, выработки, времени возможной работы T_{mi} при $l_r=1$ км представлены в таблицах 2 – 3.

Таблица 1
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
Table 1
INITIAL DATA

Наименование показателей	Условное обозначение	Величины показателей
Номинальная грузоподъемность АТС, т	q	1,50
Статический коэффициент использования грузоподъемности	γ	1,00
Плановое время в наряде, ч	T_n	8,00
Время на погрузку-разгрузку АТС, ч	t_{np}	0,53
Средняя техническая скорость АТС, км/ч	V_T	25,00

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

Таблица 2
ПАРАМЕТРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЗА ЕЗДКУ
Table 2
PARAMETERS AND INDICATORS OF MOTOR VEHICLES' WORK FOR ONE RIDING

Наименование показателей	Условное обозначение	Величины показателей
Длина маршрута, км	l_m	2,000
Время ездки, оборота АТС, ч	$t_{e.o}$	0,610
Выработка АТС в тоннах за езду, т	Q_e	1,500
Выработка АТС в тонно-километрах за езду, т·км	P_e	1,500
Ритм погрузки (выгрузки) в j-м пункте	R_{max}	0,265
Пропускная способность грузового пункта, ед/ч	A_{α}'	2,000

Таблица 3
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА РАБОТЫ ГРУППЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
Table 3
RESULTS OF THE MOTOR VEHICLE GROUP WORK CALCULATION

№ АТС	T_{mi} , ч	Z_{ei} , ед.	ΔT_{mi} , ч	ze' , ед.	Qдены, т	Рдены, т·км	Исисти, км	$T_{m.f.i}$, ч	Киов опл2	Киов возм2
1	8,000	13,000	0,070	0,000	19,500	19,500	25,000	7,890	0,986	0,986
2	7,735	12,000	0,415	0,000	18,000	18,000	23,000	7,280	0,910	0,941
Σ	15,735	25,000	-	-	37,500	37,500	48,000	15,170	Кср = 0,948	Кср = 0,964

Примечание: $K_{уов опл2}$ определяется как отношение $T_{m.f.i} / T_n$, т.е. для случая, когда клиент взял группу АТС на смену, а $K_{уов возм2}$ – как отношение $T_{m.f.i} / T_{mi}$, где T_{mi} – время возможной работы каждого АТС при условии подачи в малой насыщенности АТСПГ под первую погрузку согласно ритму, ч.

В случае применения двух тарифов одновременно расчет затрат в рублях на аренду АТС на смену выполнен по формуле

$$3_{ap2} = \Delta T_{m.f.1} \cdot 3_{ap} + \Delta T_{m.f.2} \cdot 2 \cdot 3_{ap} + 3_{под} \cdot A, \quad (1)$$

где $\Delta T_{m.f.1}$ – фактическое время работы без учета сверхнормативного пробега, ч; 3_{ap} – стоимость одного часа аренды АТС, руб./ч; $\Delta T_{m.f.2}$ – фактическое время работы за долю пробега, превышающего 100 км; $3_{под}$ – стоимость подачи АТС к месту погрузки, руб.; A – количество поданных к погрузке АТС, ед.

Расчет себестоимости перевозки одной тонны груза арендным АТС (S_{m2} , руб./т) выполнен по формуле

$$S_{m2} = \frac{3_{ap2}}{Q_{день}}. \quad (2)$$

Результаты расчета ТЭП, затрат на аренду АТС 3_{ap2} , себестоимости перевозки одной тонны торгового груза группой арендных АТС S_{m2} и коэффициентов использования оплаченного времени $K_{уов опл2}$, $K_{уов возм2}$ в малой насыщенности АТСПГ при $l_r = 1, 3, 4 \dots 60$ км представлены в таблице 4.

Таблица 4
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАССТОЯНИЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ГРУППЫ АРЕНДНЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
Table 4
CHANGE OF DISTANCE EFFECT FOR THE FUNCTIONING OF THE RENT VEHICLES' GROUP

l_r , км	$l_{суст'}$, км	A_{α}' , ед.	$Z_{e'}$, ед.	$Q_{день}$, т	$T_{m.f.}$, ч	$3_{ap2'}$, руб.	$S_{m2'}$, руб./т	$K_{уов опл2}$	$K_{уов возм2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	48,00	2,00	25,00	37,50	15,17	6168,00	164,48	0,95	0,96
2	80,00	2,00	21,00	31,50	14,33	5832,00	185,14	0,90	0,91
3	108,00	2,00	19,00	28,50	14,39	5856,00	205,47	0,90	0,91
4	196,00	3,00	26,00	39,00	21,62	8798,00	225,59	0,90	0,93
5	215,00	3,00	23,00	34,50	20,79	8466,00	245,39	0,87	0,90
6	246,00	3,00	22,00	33,00	21,50	8750,00	265,15	0,90	0,93
7	336,00	4,00	26,00	39,00	27,22	11088,00	284,31	0,85	0,90

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	352,00	4,00	24,00	36,00	26,80	10984,00	305,11	0,84	0,88
9	360,00	4,00	22,00	33,00	26,06	10624,00	321,94	0,81	0,86
10	490,00	5,00	27,00	40,50	33,91	14558,00	359,46	0,85	0,91
11	473,00	5,00	24,00	36,00	31,64	12906,00	358,50	0,79	0,85
12	492,00	5,00	23,00	34,50	31,87	13382,00	387,88	0,80	0,85
13	507,00	5,00	22,00	33,00	31,94	13994,00	424,06	0,80	0,86
14	616,00	6,00	25,00	37,50	37,89	16712,00	445,65	0,79	0,86
15	630,00	6,00	24,00	36,00	37,92	15948,00	443,00	0,79	0,86
16	640,00	6,00	23,00	34,50	37,79	16376,00	474,67	0,79	0,86
17	731,00	7,00	25,00	37,50	42,49	19410,00	517,60	0,76	0,84
18	738,00	7,00	24,00	36,00	42,24	19130,00	531,39	0,75	0,84
19	741,00	7,00	23,00	34,50	41,83	18562,00	538,03	0,75	0,83
20	880,00	8,00	26,00	39,00	48,98	21696,00	556,31	0,77	0,87
21	882,00	8,00	25,00	37,50	48,53	21336,00	568,96	0,76	0,86
22	880,00	8,00	24,00	36,00	47,92	20848,00	579,11	0,75	0,85
23	828,00	8,00	22,00	33,00	44,78	19752,00	598,55	0,70	0,79
24	984,00	9,00	25,00	37,50	52,61	23734,00	632,91	0,73	0,84
25	925,00	9,00	23,00	34,50	49,19	23186,00	672,06	0,68	0,79
26	962,00	9,00	23,00	34,50	50,67	24178,00	700,81	0,70	0,81
27	1026,00	10,00	24,00	36,00	53,76	25092,00	697,00	0,67	0,79
28	1064,00	10,00	24,00	36,00	55,28	26020,00	722,78	0,69	0,81
29	1044,00	10,00	23,00	34,50	53,95	24876,00	721,04	0,67	0,79
30	1020,00	10,00	22,00	33,00	52,46	23508,00	712,36	0,66	0,77
31	992,00	10,00	21,00	31,50	50,81	21916,00	695,75	0,64	0,75
32	1024,00	10,00	20,00	31,50	52,09	22508,00	714,54	0,65	0,77
33	990,00	10,00	20,00	30,00	50,20	20580,00	686,00	0,63	0,74
34	1020,00	10,00	20,00	30,00	51,40	21380,00	712,67	0,64	0,75
35	1050,00	10,00	20,00	30,00	52,60	22340,00	744,67	0,66	0,77
36	1080,00	10,00	20,00	30,00	53,80	23300,00	776,67	0,67	0,79
37	1036,00	10,00	19,00	28,50	51,51	22688,00	796,07	0,64	0,76
38	1064,00	10,00	19,00	28,50	52,63	23568,00	826,95	0,66	0,77
39	1092,00	10,00	19,00	28,50	53,75	24432,00	857,26	0,67	0,79
40	960,00	10,00	17,00	25,50	47,41	21704,00	851,14	0,59	0,70
41	984,00	10,00	17,00	25,50	48,37	22424,00	879,37	0,60	0,71
42	1008,00	10,00	17,00	25,50	49,33	23144,00	907,61	0,62	0,72
43	1032,00	10,00	17,00	25,50	50,29	23864,00	935,84	0,63	0,74
44	1056,00	10,00	17,00	25,50	51,25	24584,00	964,08	0,64	0,75
45	990,00	10,00	16,00	24,00	48,08	23092,00	962,17	0,60	0,71
46	1012,00	10,00	16,00	24,00	48,96	23732,00	988,83	0,61	0,72
47	940,00	10,00	16,00	24,00	49,84	22000,00	916,67	0,62	0,73
48	960,00	10,00	15,00	22,50	46,35	22560,00	1002,67	0,58	0,68
49	980,00	10,00	15,00	22,50	47,15	23120,00	1027,56	0,59	0,69
50	900,00	10,00	14,00	21,00	43,42	21916,00	1043,62	0,54	0,64
51	816,00	10,00	13,00	19,50	39,53	19492,00	999,59	0,49	0,58
52	832,00	10,00	13,00	19,50	40,17	19892,00	1020,10	0,50	0,59
53	848,00	10,00	13,00	19,50	40,81	20292,00	1040,62	0,51	0,60
54	756,00	10,00	12,00	18,00	36,60	17548,00	974,89	0,46	0,54
55	770,00	10,00	12,00	18,00	37,16	17868,00	992,67	0,46	0,55
56	672,00	10,00	11,00	16,50	32,71	14884,00	902,06	0,41	0,48
57	684,00	10,00	11,00	16,50	33,19	15124,00	916,61	0,41	0,49
58	580,00	10,00	10,00	15,00	28,50	11900,00	793,33	0,36	0,42
59	590,00	10,00	10,00	15,00	28,90	12060,00	804,00	0,36	0,42
60	600,00	10,00	10,00	15,00	29,30	12220,00	814,67	0,37	0,43

Примечание: жирным шрифтом выделена необходимость использования одноставочного и двуставочного тарифов одновременно.

Зар2, руб.

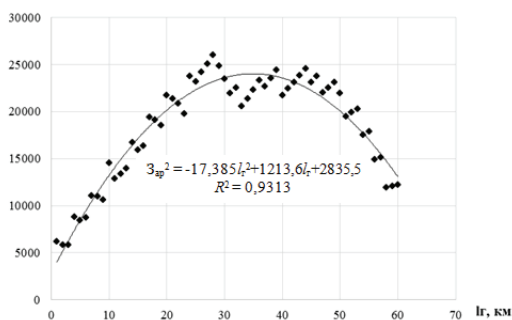


Рисунок 1 – Зависимость $З_{ар2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км
Illustration 1 – Dependency $З_{ар2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км

Q₂, т

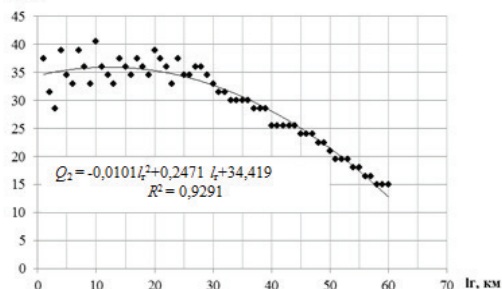


Рисунок 2 – Зависимость $Q_2 = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км
Illustration 2 – Dependency $Q_2 = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км

S_{m2}, руб./т

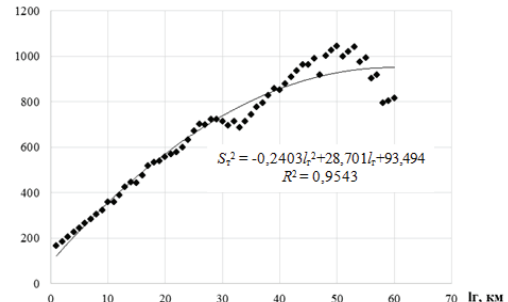


Рисунок 3 – Зависимость $S_{m2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км
Illustration 3 – Dependency $S_{m2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км

По результатам, представленным в таблице 4, на основе регрессионного анализа в MSExcel получены функциональные зависимости затрат на аренду АТС $З_{ар2}$, выработки группы АТС Q_2 , т, себестоимости перевозок одной тонны S_{m2} и коэффициентов использования оплаченного времени $K_{уов\ опл2}$, $K_{уов\ возм2}$ от изменения расстояния перевозок торговых грузов l_g (рис. 1 – 5).

Коэффициент детерминации и средняя ошибка аппроксимации полученных регрессионных уравнений приведены в таблице 5.

К_{уов опл2}

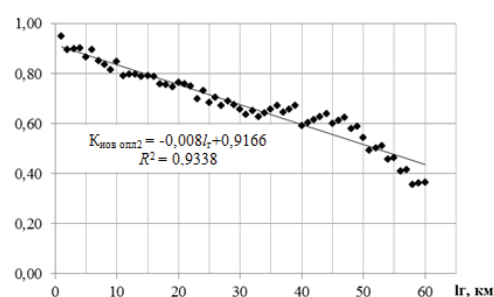


Рисунок 4 – Зависимость $K_{уов\ опл2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км
Illustration 4 – Dependency $K_{уов\ опл2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км

К_{уов возм2}

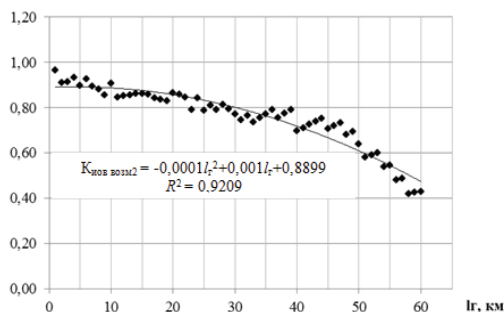


Рисунок 5 – Зависимость $K_{уов\ возм2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км
Illustration 5 – Dependency $K_{уов\ возм2} = f(l_g)$
при $l_g = 1, 2, 3 \dots 60$ км; $\Delta l_g = 1$ км

Величина коэффициента детерминации R^2 служит одним из критериев оценки качества модели, показывает долю меры разброса зависимой переменной, объясняемую рассматриваемой моделью. Чем больше доля объясненной вариации, тем меньше роль прочих факторов, модель хорошо аппроксимирует исходные данные и ею можно воспользоваться для прогноза значений результативного признака [20].

Проверка адекватности уравнения регрессии (модели) осуществляется с помощью средней ошибки аппроксимации, величина которой не должна превышать 15% (максимально допустимое значение) [21]. Чем меньше теоретическая линия регрессии (рассчитанная по уравнению) отклоняется от фактической (эмпирической), тем меньше средняя ошибка аппроксимации.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения точности оценки результатов работы группы арендных автомобилей (грузоподъемность каждого полторы тонны) в малой ненасыщенной автотранспортной си-

Таблица 5
ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИЙ
Table 5
QUALITY INDICATORS OF THE REGRESSIONS' EQUATIONS

Уравнение тенденции зависимости	R^2	A, %
$З_{ар2} = -17,385/_{г}^2 + 1213,6/_{г} + 2835,5$	0,9313	7,42
$Q_2 = -0,0101/_{г}^2 + 0,2471/_{г} + 34,419$	0,9291	4,72
$S_{т2} = -0,2403/_{г}^2 + 28,701/_{г} + 93,494$	0,9543	5,93
$K_{иов опл 2} = -0,008/_{г} + 0,9166$	0,9338	5,00
$K_{иов возм 2} = -0,0001/_{г}^2 + 0,001/_{г} + 0,8899$	0,9209	7,75

стеме в городах при изменении расстояния перевозок грузов установлена объективная необходимость одновременного применения одноставочного и двухставочного тарифов (см. табл. 4). Установлены зависимости затрат на аренду группы автомобилей, выработки группы автомобилей, себестоимости перевозки одной тонны груза при использовании группы автомобилей, коэффициента использования оплаченного времени при одновременной подаче всех автомобилей под погрузку, коэффициента использования оплаченного времени при подаче всех автомобилей под погрузку с учетом ритма от изменения расстояния перевозок грузов, которые описываются полиномами различных степеней.

При расстоянии перевозок грузов 30 км и более установлена возможность уменьшения затрат на аренду АТС. При расстоянии перевозок грузов 50 км и более установлена возможность уменьшения себестоимости перевозки одной тонны груза. Увеличение расстояния вызывает устойчивое снижение коэффициента использования оплаченного времени на перевозку грузов. Причиной установленных изменений является изменение числа ездов каждого АТС из группы, пробега, времени работы, количества применяемых АТС в группе (количество АТС возрастает до 10 единиц, а при значениях пробега, равного 28 км и далее, не изменяется согласно исходным условиям).

Коэффициент детерминации установленных уравнений достаточно высокий, что говорит об их хорошей описывающей способности. Средняя ошибка аппроксимации менее 15%, что позволяет утверждать, что регрессионные зависимости влияния расстояния на затраты по аренде группы АТС грузоподъемностью 1,5 т, себестоимость перевозки одной 1 т торгового груза арендными АТС и коэффициенты использования оплаченного времени на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом в малой ненасыщенной АТСПГ адекватно описывают исследуемый процесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 5-е изд., испр. М. : Издательский центр «Академия», 2008. 288 с.
2. Исследование практики работы предприятий автомобильного транспорта в г. Омске в период января – февраля 2013 года. Отчет о НИР (промежуточный) / СибАДИ; Руководитель Е.Е. Витвицкий, отв. Исполнитель Малышева В.С. УДК 656.13., № ГР 01200 950434, инв. № 02201356047 г. Омск, 2013 30 с.
3. Исследование проблем обеспечения эффективности и качества работы автомобильного транспорта. Исследование практики работы предприятий автомобильного транспорта в г. Омске в период с августа по сентябрь 2015 года. Отчет о НИР (промежуточный) / СибАДИ; Руководитель Е.Е. Витвицкий, отв. исполнитель Курбасова К.П. УДК 656.13., № ГР 115012130063, инв. № 216012010050 г. Омск, 2015 23 с.
4. Крылова К.П., Витвицкий Е.Е. Современная практика работы предприятий-собственников автотранспортных средств в городах // Механизация строительства. 2017. Т. 78, № 3 С. 16 – 20.
5. Николин В.И., Витвицкий Е.Е., Мочалин С.М. Грузовые автомобильные перевозки : монография. Омск : Вариант-Сибирь, 2004. 479 с.
6. Ловыгина Н.В. Оптимизация планирования перевозок грузов помашинными отправлениями с учетом влияния вероятностных факторов : автореф. канд. техн. наук. М. : 2010. 20 с.
7. Мочалин С.М. Развитие теории грузовых автомобильных перевозок по радиальным маршрутам: автореф. докт. техн. наук. М. : 2004. 36 с.
8. Витвицкий Е.Е. Теория транспортных процессов и систем (Грузовые автомобильные перевозки) : 2-е изд., испр. и доп. Омск : СибАДИ, 2014. 216 с.
9. Витвицкий Е.Е. Научные основы совершенствования теории мелкопартионных грузовых автомобильных перевозок : автореф. докт. техн. наук. М. : 2006. 37 с.
10. Хорошилова Е.С. Повышение эффективности развозочно-сборной автотранспортной системы с центральным пунктом погрузки-разгрузки : автореф. канд. техн. наук. М. : 2005. 20 с.
11. Миргородский М.А., Витвицкий Е.Е., Афанасьев Н.Д. Выбор подвижного состава при перевозке грузов мелкими отправлениями в городах: монография. Омск : Полиграфический центр КАН, 2012. 140 с.
12. Шаповал Д.В. Совершенствование оперативного планирования перевозок мелкопартионных грузов автомобилями на радиальных маршрутах в городах : автореф. канд. техн. наук. М. : 2012. 20 с.
13. Тихомиров Н.Н., Каниовский П.В. Эксплуатация транспорта. Том 1. М. : Изд-во Наркомхоза РСФСР, 1939. 248 с.
14. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки :

2-е изд., перераб. и доп. Киев : Вища школа, 1986 447 с.

15. Бронштейн Л.А. Организация, планирование и управление в автотранспортных предприятиях. М. : Высшая школа, 1973. 512 с.

16. Крылова К.П., Витвицкий Е.Е. Анализ результатов исследования работы группы арендных автотранспортных средств // Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики : сборник научных трудов кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» в рамках Международной научно-практической конференции «Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации», 7-9 декабря 2016 г. (под ред. Е. Е. Витвицкого). Электрон. дан. Омск : СибАДИ, 2016. С. 215 – 219.

17. Крылова К.П., Витвицкий Е.Е. Влияние расстояния

перевозок грузов на затраты по аренде группы автотранспортных средств // Вестник СибАДИ, 2017. № 2(54) – С. 175 – 181.

18. Грузотакси [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://авто-гис.рф> (дата обращения к ресурсу: 18.02.2017).

19. Витвицкий Е.Е., Юрьева Н.И. Практика оперативного планирования затрат на перевозку грузов в городах // Вестник СибАДИ, № 6(28), 2012. С. 18 – 24.

20. Елисеева И.И., Курышева С.В., Костеева Т.В. и др. Эконометрика : учебник (под ред. И.И. Елисеевой). М. : Финансы и статистика, 2002. 344 с.

21. Шанченко Н.И. Лекции по эконометрике: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (в экономике)». – Ульяновск : УлГТУ, 2008. 139 с.

THE INFLUENCE OF THE TRANSPORTATION DISTANCE ON THE RENTAL VEHICLES WORKING RESULTS IN THE CITY

K.P. Krylova, E.E. Vitvitskiy

ANNOTATION

The article presents some aspects of the rental vehicles' practice on the terms by an hourly pay. The specified activities for vehicles' providing represent daily work of the significant amount of the enterprises. It defines the researches relevance in this area of the freight automobile transportations theory and practice. The article defines the necessity in the solution of the transportation distance influence on the rental vehicles working results in the city, in cargo transportation on the pendulum route with reverse and not loaded mileage. The gained solution is submitted on the example of the commercial cargo transportation by the rent vehicles group with a loading capacity of 1,5 tons at the condition of two tariffs application. The method of handling works' accomplishment is mechanized method. The description model in the small auto transport system of cargo transportation is applied in operational planning as a mathematical apparatus of research. The output in tons, the possible work time of vehicles for each considered range distance are defined. The dependence of the rental group vehicles cost, one ton of freight transportation cost and time efficiency from the transportation distance changing is established. The checking process of the founded dependences on the adequacy of the researching process is made.

KEYWORDS: rent, vehicles group, cargo transportation distance, small auto transport system.

REFERENCES

1. Gorev A.E. Gruzovyye avtomobilnyye perevozki [Freight automobile transportation]. Moscow, Publishing center «Academy», 2008, 288 p.

2. Malysheva V.S. Issledovanie praktiki raboty predpriyatij avtomobil'nogo transporta v g. Omske v period janvarja fevralja 2013 goda [Research of practice of the motor transport enterprises works in Omsk from January to February, 2013]. Otchet o NIR (promezhutochnyj), Omsk, SibADI, 2013, 30 p.

3. Kurbasova K.P. Issledovanie praktiki raboty predpriyatij avtomobil'nogo transporta v g. Omske v period s avgusta po sentjabr' 2015 goda [Research of practice of the motor transport enterprises works in Omsk from August to September, 2015]. Otchet o NIR (promezhutochnyj). Omsk, SibADI, 2015. 23 p.

4. Krylova K.P., Vitvitskiy E.E. Sovremennaja praktika raboty predpriyatij-sobstvennikov avtotransportnyh sredstv v gorodah [Modern practice of work of the enterprises - owners of vehicles in the cities]. Mehanizatsija stroitelstva, 2017, t. 78, no 3, pp. 16 – 20.

5. Nikolin V.I., Vitvickij E.E., Mochalin S.M. Gruzovye avtomobilnye perevozki [Freight transport by road]. Omsk, Variant-Sibir', 2004. 479 p.

6. Optimizacija planirovanija perevozok грузов помашинными отправлениями с учетом влияния вероятностных факторов [Optimization of the planning of cargo transportation

by machine-made shipments taking into account the influence of probabilistic factors], avtoref. kand. tehn. nauk. Moscow, 2010. 20 p. (in Russian).

7. Mochalin S.M. Razvitie teorii gruzovyh avtomobil'nyh perevozok po radial'nym marshrutam [Development of the theory of freight automobile transportations in radial routes], avtoref. dokt. tehn. nauk. Moscow, 2004. 36 p. (in Russian).

8. Vitvitskiy E.E. Teorija transportnyh processov i sistem [Freight automobile transportation]. Omsk, SibADI, 2014. 216 p.

9. Vitvickij E.E. Nauchnye osnovy sovershenstvovanija teorii melkopartionnyh gruzovyh avtomobil'nyh perevozok [Scientific bases of improvement of the theory melkopartionnykh of freight automobile transportations], avtoref. dokt. tehn. nauk. Moscow, 2006. 37 p. (in Russian).

10. Horoshilova E.S. Povyshenie jeffektivnosti razvozhno-sbornoj avtotransportnoj sistemy s central'nym punktom pogruzki-razgruzki [Increase in efficiency of razvozhno-combined motor transportation system with the central point of loading unloading], avtoref. kand. tehn. nauk. Moscow, 2005, 24 p. (in Russian).

11. Mirgorodskij M.A., Vitvitskiy E.E., Afanas'ev N.D. Vybory podvizhnogo sostava pri perevozke грузов мелкими отправлениями в городах [The choice of the rolling stock in transit freight small sendings in the cities]. Omsk, Poligraficheskij centr KAN, 2012. 140 p.

12. Shapoval, D.V. Sovershenstvovanie operativnogo

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Транспортные связи, внешнеэкономические отношения, кластеризация, Латинская Америка.*

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая роль такого региона мира, как Латинская Америка постоянно возрастает. Это обширный рынок сбыта промышленной продукции с численностью населения около 600 млн. чел., поставщик промышленного сырья (уголь, железо, медь, серебро, золото, нефть), продовольственных товаров (бананы и другие фрукты, мясо, рыба и морепродукты, кофе) и высококачественной цветочной продукции. Ряд стран региона (Аргентина, Бразилия, Мексика, Чили и другие) обладает высоким научно-промышленным потенциалом [1].

Благоприятная возрастная структура в странах Латинской Америки связана со значительными успехами в медицине и существенным снижением детской смертности. При этом рождаемость снизилась незначительно, поэтому в регионе очень много молодежи, стремящейся получить образование и обеспечить себе достойное место в жизни [1]. Это представляет хорошую основу для экономического развития и повышения роли региона в современном многополярном мире [3].

Страны Латинской Америки представляют значительный интерес для России в качестве внешнеэкономических партнеров как в сфере международной торговли, так и для осуществления совместных инвестиционных проектов в области энергетики и транспортной инфраструктуры. Заметное место занимают поставки в регион продукции промышленных товаров, в том числе продукции российского оборонно-промышленного комплекса [4]. Важно отметить близость позиций стран Латинской Америки и России по целому ряду геополитических вопросов.

Следствием интеграционных процессов в мировой экономике является увеличение емкости рынка сбыта продукции промышленных предприятий и во многих случаях приводит к возникновению различных форм объединений государств, поскольку свобода движения товаров, услуг, финансов и рабочей силы, распространение современных технологий и эффективной бизнес-культуры требуют межгосударственной поддержки. Экономическая интеграция в своих различных формах, от создания зоны свободной торговли до экономического и валютного межгосударственного союза, должна опираться не только на субъективные представления лидеров стран, но и на результаты объективных исследований, в том числе и путем анализа вероятности создания

устойчивых межгосударственных торговых и транспортных связей.

Наличие нескольких интеграционных проектов на территории Латинской Америки [5] делает целесообразным проведение исследований с целью выделения кластеров, объединяющих отдельные страны региона. В этом случае больше оснований рассчитывать на устойчивость процессов экономической интеграции как на территории континента, так и за его пределами.

Следующим шагом в проводимых исследованиях может быть оценка осуществимости устойчивого транспортного сообщения между Россией и теми странами Латинской Америки, которые наиболее перспективны для углубления торговых связей и начала возможных интеграционных планов в сфере экономики [6].

Географическая удаленность не является препятствием для организации взаимовыгодного сотрудничества России и стран Латинской Америки, хотя это обстоятельство требует тщательной проработки логистического обеспечения [7] и исследования влияния различных транспортно-технологических схем на стоимость товара для конечного потребителя [8]. Однако первым этапом должно быть выделение групп (кластеров) стран данного региона, чтобы можно было обосновать различия в стратегиях внешнеэкономических отношений с этими странами и последующих действий в организации регулярных транспортных связей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве метода исследования использован кластерный анализ [9], имеющий к настоящему времени развитый математический аппарат целого ряда своих модификаций [10, 11]. Для получения качественного решения необходимо обеспечить ряд условий.

Во-первых, провести разбиение всей анализируемой совокупности стран Латинской Америки не одним, а несколькими методами. Это позволит выбрать количество кластеров, в наибольшей степени обеспечивающих группировку стран, которые близки по отношению друг к другу по выбранным критериям.

Во-вторых, результаты формального анализа необходимо подвергнуть экспертной проверке их непротиворечивости.

К числу наиболее важных характеристик любой страны как объекта макроэкономики

относятся численность населения, размер территории и объем внутреннего валового продукта. Эти параметры имеются в открытом доступе [12, 13, 14] и выбраны в качестве исходного материала для проведения исследования по ряду причин.

Численность населения, с одной стороны, характеризует емкость потребительского рынка, что, в свою очередь, предопределяет объемы и окупаемость промышленного производства для внутреннего потребления. С другой стороны, от количества трудоспособных граждан зависит потенциал производительных сил страны.

Размер территории в известной степени позволяет судить об обеспеченности природными ресурсами: чем больше территория, тем обычно больше по своим объемам и по разнообразию видов ресурсы. Большая территория способствует возникновению многовидовой отраслевой структуры народного хозяйства.

В то же время, чем меньше территория, тем ниже уровень транспортных издержек в экономике и меньше затраты на оборону страны и содержание государственных границ.

Внутренний валовой продукт (ВВП) принято использовать как обобщающий измеритель экономического состояния страны. В душевом измерении этот показатель характеризует не только экономическое положение страны, но также и благосостояние населения и уровень его жизни: произведенные на территории страны услуги обычно по большей части потребляются ее гражданами.

Страны Латинской Америки заметно различаются по всем четырем макроэкономическим характеристикам (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе кластеризации стран Латинской Америки по имеющимся статистическим показателям определено оптимальное

Таблица 1
ХАРАКТЕРИСТИКА СТРАН ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ С ЧИСЛЕННОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ БОЛЕЕ 3 МЛН. ЧЕЛ.
(В ПОРЯДКЕ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЖИТЕЛЕЙ)

Table 1
LATIN AMERICAN COUNTRIES' CHARACTERISTICS WITH A POPULATION OF MORE THAN 3 MILLION PEOPLE
(IN ORDER OF THE PEOPLE NUMBER REDUCTION)

Страна	Территория, тыс. кв. км	Численность населения (2016), млн. чел.	ВВП (ППС), ВБ (2015), млрд. долл.	ВВП (ППС) на душу населения (расчет), долл.
Бразилия (Brasil)	8500	205,7	3192	15518
Мексика (México)	1958	122,3	2194	17939
Колумбия (Colombia)	1142	18,9	666	35238
Аргентина (Argentina)	2800	43,1	964	22367
Перу (Peru)	1285	31,5	389	12349
Венесуэла (Venezuela)	912	31,2	240	7692
Чили (Chile)	757	18,0	401	22278
Эквадор (Ecuador)	284	15,5	184	11871
Гватемала (Guatemala)	109	14,4	63	4375
Куба (Cuba)	111	11,4	115	10088
Боливия (Bolivia)	1099	11,4	74	6491
Гондурас (Honduras)	112	8,7	41	4713
Парагвай (Paraguay)	407	7,0	58	8329
Никарагуа (Nicaragua)	132	6,2	32	5161
Сальвадор (Salvador)	21	6,1	30	4918
Коста-Рика (Costa Rica)	51	4,8	74	15417
Панама (Panama)	77	3,7	30	8108
Уругвай (Uruguay)	187	3,4	73	21471

число кластеров методами кросс-валидации в среде R и на основе специальной статистики Gap.

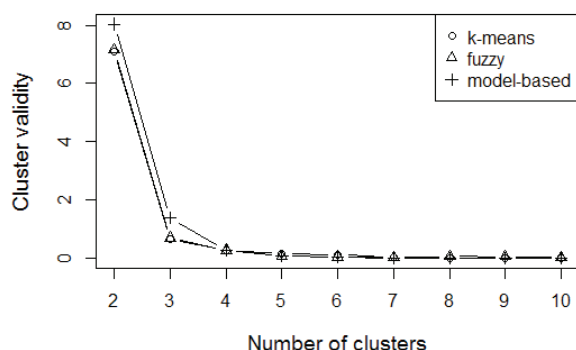


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма применения методов в среде R определения оптимального числа кластеров стран Латинской Америки: по вертикальной оси – мера кластерной валидации (ошибка кластеризации); по горизонтальной оси – количество кластеров
Illustration 1 – Comparative diagram of the methods' application in the R environment of the clusters' optimal number in Latin America: vertical axis – the measure of the cluster validation (clustering error); on the horizontal axis – the number of the clusters

Большое количество методов определения оптимального числа кластеров имеется в статистической среде R. Один из них реализован с применением пакета R chemometrics. Метод требует предварительного автошкалирования исходных данных и связан с применением кросс-валидации [15]. На диаграмме (рис. 1) показано использование трех методов кластеризации в кросс-валидации: k-средних, нечеткой и ЕМ-кластеризации. Во всех трех случаях резкое снижение ошибки кластеризации достигается при количестве кластеров, равном 4.

Второй метод, наиболее часто применяемый для определения оптимального числа кластеров, основан на применении специальной статистики Gap [16, 17] и реализован в пакете R factoextra. На диаграмме (рис. 2) видно, что первый явно выраженный экстремум соответствует числу кластеров, равному 4, которое и является оптимальным.

На следующем шаге был выполнен иерархический кластерный анализ модифицированным методом Варда (ward.D2) для четырех кластеров. Результаты представлены на дендрограмме (рис. 3).

Сравнение состава кластеров, полученных с целью анализа различий между ними, выполняется путем исследования кластерных профилей. Для этого производится расчет



Рисунок 2 – Диаграмма определения оптимального числа кластеров на основе статистики Gap: по вертикальной оси – статистика Gap (оценка качества кластеризации для выбранного количества кластеров); по горизонтальной оси – количество кластеров
Illustration 2 – The diagram of the optimal number determining of the clusters based on the Gap statistics: on the vertical axis – statistics Gap (evaluation of the clustering quality for the selected number of clusters); on the horizontal axis – the number of clusters

средних значений выбранных показателей в целом по статистическим рядам и отдельно по каждому кластеру. Для сравнения средних значений проводится однофакторный дисперсионный анализ по каждому показателю.

Различия кластеров по всем показателям являются статистически значимыми (все p – значения менее 0,01). Этот результат косвенно подтверждает правильность выбора оптимального количества кластеров и соответствующую кластеризацию стран. Для наглядного представления статистических характеристик кластеров построены диаграммы межквартильных интервалов с указанием медиан распределения по каждому показателю (рис. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика кластеров. Первый кластер образует двенадцать стран. Это самая многочисленная группа стран (две третьих от общего количества стран, выбранных для анализа). Каждая из них имеет численность населения и площадь территории, близкие к средним значениям, а размеры ВВП в абсолютном и относительном измерениях в этих странах относительно невелики.

Внутри первого кластера имеются две подгруппы. В первую подгруппу входит 4 страны, имеющие более высокие экономические пока-

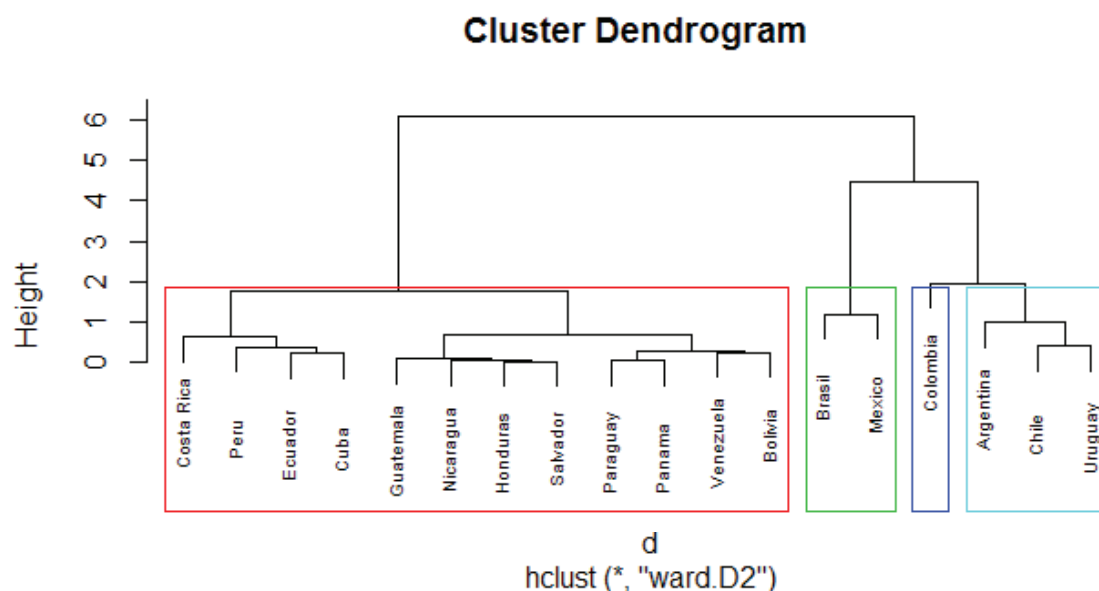


Рисунок 3 – Дендрограмма, полученная модифицированным методом Варда ward.D2
Illustration 3 – The dendrogram obtained by the modified Ward's method ward.D2

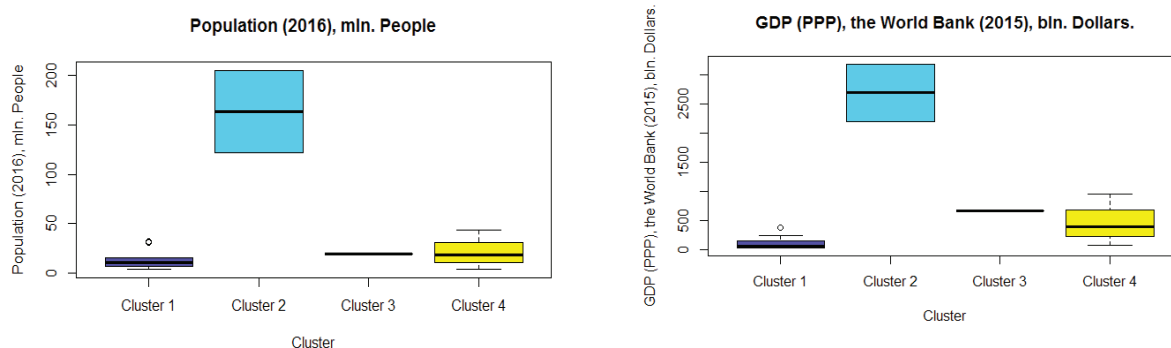


Рисунок 4 – Диаграммы наибольших межквартильных размахов относительно медиан распределения выбранных показателей
Illustration 4 – Diagrams of the largest interquartile range relative to the selected indicators' median distribution

затели: Коста-Рика, Куба, Эквадор и Перу. Вторую подгруппу образуют Венесуэла, Гватемала, Боливия, Гондурас, Парагвай, Никарагуа, Сальвадор и Панама.

Обращает на себя внимание, что в значительной степени первый кластер образован компактной группой стран вдоль береговой линии Тихого океана. Исключение составляют Венесуэла (находится на Атлантическом побережье Южной Америки), островное государство Куба и находящиеся внутри континента и не имеющие выхода к морю Боливия и Парагвай. «Разрывает» компактную группу Колумбия, которая не входит в первый кластер.

Второй кластер образован самыми крупными и самыми сильными в экономическом отношении странами региона – Бразилией и Мексикой.

Третий кластер образует всего одна страна (Колумбия), которая могла бы войти в четвертый кластер, если бы ее душевой ВВП не превышал, причем значительно, аналогичный показатель всех других стран. Территориально Колумбия имеет смежные границы с несколькими странами первого кластера.

Страны четвертого кластера (Аргентина, Чили и Уругвай) по размерам территории и численности населения находятся примерно в таком же диапазоне, как и страны первого кластера, однако имеют значительно более высокие значения общего и душевого ВВП. Все три страны компактно расположены рядом друг с другом, вместе образуя субрегион «Южный конус».

Варианты организации транспортных связей. Важное направление, где может оказать полезной кластеризация, выбор стратегии

экономического взаимодействия. Естественно предположить, что разные группы стран требуют реализации разных методов и форм организации внешнеэкономических взаимоотношений.

Перспективными для активизации экономических отношений с Россией являются страны Латинской Америки, отнесенные к первому кластеру. Для этого есть несколько оснований.

Первый кластер самый многочисленный, его образует 67% из числа исследованных стран региона, которые являются, до некоторой степени, его «типичными» представителями.

Относительно небольшой объем ВВП в определенной степени свидетельствует о заинтересованности стран в экспортных поставках промышленной продукции и участии внешнеэкономических партнеров в осуществлении инфраструктурных проектов. Страны с крупной экономикой, напротив, являются, в известной степени, самодостаточными.

Подавляющее большинство стран Латинской Америки, вошедших в первый кластер, имеют выход к Тихому океану и сухопутные границы между собой. Это означает наличие хорошего потенциала транспортного обеспечения экспортно-импортных операций с внешнеэкономическими партнерами.

Чтобы определить, какие из стран Латинской Америки имеют более высокие возможности в логистике внешнеторговой деятельности, целесообразно обратиться к оценке эффективности логистической системы стран мира (Logistics Performance Index - LPI), проведенной в 2016 г. экспертами Всемирного банка [18]. Статистические исследования макроэкономических показателей уверенно подтверждают связь конкурентоспособности страны с эффективностью логистики и ее транспортным потенциалом [19, 20].

Из всей совокупности стран, попавших в первый кластер, пять стран имеют значение LPI выше средней величины по группе, которая равна 2,62 (табл. 2).

Это позволяет предположить, что эти пять стран имеют хорошие потенциальные воз-

можности транспортного обеспечения экспортно-импортных товарных потоков.

Окончательный вывод должен быть сделан на основе обследования имеющейся транспортной инфраструктуры и в целом структуры экономики названных стран. По итогам могут быть определены латиноамериканские морские порты, которые готовы принять на себя прием промышленных товаров российских предприятий и отправку товаров, импортируемых российскими партнерами латиноамериканских компаний.

В обеспечении трансконтинентальных перевозок важную роль играет наземный транспорт для подвоза экспортных грузов к морским портам и доставки импортных грузов вглубь страны, а также в соседние страны через смежные границы. Применительно к Латинской Америке, с учетом относительной неразвитости сети железных дорог, большое значение имеет автомобильный транспорт.

В результате натурного и статистического исследования могут быть выявлены сферы кооперации в использовании транспортного потенциала стран Латинской Америки, что может стать одним из этапов их реальной экономической интеграции. Товары, принятые наиболее развитыми морскими портами одной или нескольких стран кластера, могут быть в другие страны континента. Точно также эти тихоокеанские порты могут использоваться для экспортных поставок из других стран региона в Россию и, возможно, страны Восточной и Центральной Европы.

Необходимо учитывать, что Россия проявляет высокую заинтересованность в интеграционных проектах Азиатско-Тихоокеанского региона. Заметная роль в углублении экономических связей со странами региона отводится Сибири и, особенно, российскому Дальнему Востоку. Рассматривается возможность создания в будущем своеобразного «сухопутного моста», связывающего азиатскую и европейскую части нашей страны и в целом Евразийского континента.

На пекинском саммите лидеров Азиатско-Тихоокеанского экономического сотруд-

Таблица 2
ИНДЕКС ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ (LOGISTICS PERFORMANCE INDEX – LPI)
В СТРАНАХ, ИМЕЮЩИХ ЗНАЧЕНИЕ LPI ВЫШЕ СРЕДНЕЙ ВЕЛИЧИНЫ ПО КЛАСТЕРУ
Table 2
LOGISTICS PERFORMANCE INDEX – LPI
IN THE COUNTRIES OF THE LPI ABOVE AVERAGE QUANTITY BY THE CLUSTER

Страна	Перу (Peru)	Эквадор (Ecuador)	Сальвадор (Salvador)	Коста-Рика (Costa Rica)	Панама (Panama)
LPI	2,89	2,78	2,71	2,65	3,34

ничества (АТЭС) в 2014 г. определены планы создания к 2020 г. Азиатско-Тихоокеанской зоны свободной торговли (Free Trade Area of the Asia-Pacific).

В России принята стратегия опережающего развития Дальнего Востока, в соответствии которой с 2015 г. функционирует экономическая зона «Свободный порт Владивосток». Латиноамериканское направление может стать одним из важных направлений деятельности вновь созданной экономической зоны, одним из направлений деятельности которой должно стать активное участие в международном разделении труда и организации движения потоков товаров [21], в том числе в транстихоокеанском сообщении.

Необходимо развитие портовой инфраструктуры [22], для чего имеется целый ряд предпосылок. Глубоководные бухты Владивостока позволяют принимать практически все современные суда с осадкой до 19 м, а закрытый рейд защищает порт от проявлений стихии и обеспечивает безопасность. Пока же грузооборот владивостокского порта в 20 – 40 раз отстает от показателей таких портов Азиатско-Тихоокеанского региона, как Гонконг, Пусан, Шанхай, Сингапур. Привлечение грузов с латиноамериканского направления – один из факторов развития порта Владивосток в конкурентной борьбе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В эконометрике разработаны методы кластеризации временных рядов, которые в макроэкономике позволяют разделить на группы страны или регионы в динамике изменений экономических, социальных и других показателей. Данные методы кластеризации реализованы, например, в пакете R *dtwclust*.

Модели кластеризации в состоянии помочь избежать ошибок в выборе стратегии экономического развития, если становится ясным, каковы отличительные признаки кластера, в котором находится страна и/или ее регионы.

В исследовании обоснован выбор внешнеэкономических партнеров России из стран Латинской Америки на основе кластерного анализа. Получено четыре кластера, из которых предпочтительными для активизации торговых отношений с Россией являются страны, образующие первый кластер.

Анализ первого кластера показал, что в нем представлены страны, большинство которых расположены на побережье Тихого океана, что открывает хорошие перспективы создания и последующего развития транспортных связей

через порты российского Дальнего Востока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клочковский Л.Л. Национальные стратегии развития и экономическое будущее Латинской Америки. М. : АСТ, 2006. 280 с.
2. Веггара Э.С. Характеристика человеческих ресурсов Эквадора как движущего фактора повышения конкурентоспособности страны в современных условиях развития государств Латинской Америки // Креативная экономика, 2015. Том 9, № 12, С. 1673 – 1688.
3. Мартынов Б.Ф. Дилемма «многополярного мира» и Латинская Америка // Латинская Америка, 2007. № 2. С. 34 – 42.
4. Красильщиков В.А. Развитие России и стран Латинской Америки: факторы сходства и различия // Альманах «Восток», 2004. № 6. С. 67 – 85.
5. Доронина Н.Г. Правовая модель экономической интеграции в странах Латинской Америки: Монография. ИНФРА-М, 2017. 340 с.
6. Курганов В.М., Моралес В.Д. Логистика внешнеторговых связей Эквадора и России: монография. Тверь : Твер. гос. ун-т, 2015 72 с.
7. Курганов В.М., Моралес В.Д. Конкурентные преимущества систем транспортировки товаров в Россию из Эквадора // Логистика : Евразийский мост : тезисы докл. XI Международной научно-практ. конф. (Красноярск, 28-30 апреля 2016 г.). Красноярск, 2016. С. 134 – 138.
8. Курганов В.М., Моралес В.Д. Особенности ценообразования при экспорте товаров из Эквадора в Россию // Вестник Тверского государственного университета, 2015. Сер. «Экономика и управление» №3 С. 248 – 254.
9. Мандель И. Д. Кластерный анализ. М. : Финансы и статистика, 1988. 176 с.
10. Яу Н. Искусство визуализации в бизнесе : Как представить сложную информацию простыми образами / пер. с англ. А. Кирова. Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 352 с.
11. Зарядов И.С. Статистический пакет R: теория вероятностей и математическая статистика. М. : Изд-во РУДН, 2010. 141 с.
12. Латинская Америка. [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Латинская_Америка (дата обращения 07.12.2017).
13. Список стран по ВВП (ППС) [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_\(ППС\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(ППС)) (дата обращения 07.12.2017)
14. Список стран по ВВП на душу населения (ППС) [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_\(ППС\)_на_душу_населения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(ППС)_на_душу_населения) (дата обращения 07.12.2017)
15. Серов А.А. Применение ресамплинг-методов для анализа экономических данных в статистической среде R // Математика, статистика и информационные технологии в экономике, управлении и образовании: тезисы докл. V Междунар. научно-практ. конф. (Тверь, 31 мая 2016 г.). Тверь, 2016. С. 208 – 213.
16. Мальцева А.А., Серов А.А. Позиционирование мировых экономик на основе глобальных индексов // Международная экономика, 2014. № 5. С. 64 – 78.
17. Серов А.А. Некоторые вопросы применения ресамплинг-методов в эконометрическом анализе // Математика, статистика и информационные технологии в экономике, управлении и образовании : тезисы докл. IV Междунар. научно-практ. конф. (Тверь, 2 июня 2015 г.). Тверь, 2015. С. 211 – 216.
18. Logistics Performance Index. [Электронный ресурс] URL: https://wb-lpi-media.s3.amazonaws.com/LPI_Report_2016.pdf (дата обращения: 05.01.2017).

19. Kurganov V.M. Competitiveness of economy and transport maintenance of logistics / V.M. Kurganov // European researcher = Европейский исследователь. 2013. no 11. 2 (63). – pp. 2716 – 2722.

20. Курганов В.М. Макроэкономическая оценка транспортного потенциала. Законы логистики и статистические закономерности : монография. Тверь : Твер. гос. ун-т, 2013 68 с.

21. Фисенко А.И., Хамаза Е.А. Порто-франко Владивосток: исторический опыт и современные задачи

// Фундаментальные исследования. 2015. № 6 – 3. С. 637 – 642 ; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38674> (дата обращения: 05.12.2017).

22. Корнейко О.В., Султанова А.П. Портовая инфраструктура региона в условиях свободного порта Владивостока // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 5 – 4. С. 608 – 612 ; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9460> (дата обращения: 05.12.2017).

THE CLUSTERING MODELS IN THE TRANSPORT LINKS' DIFFERENTIATION BETWEEN RUSSIA AND LATIN AMERICA

V.M. Kurganov, A.A. Serov, V.G. Morales

ANNOTATION

The clustering of Latin American countries with the aim of identifying the priority directions of the transport links' organization is presented for ensuring the foreign trade relations with the Russian Federation. The choice of trade Russian partners in Latin America by cluster analysis, which uses the statistical R- environment is performed. Such clustering indicators as the population, the territory size and GDP in absolute terms and per capita are used. The optimal number of clusters, which is equal to 4 is determined at the first stage, at the second stage the countries' clustering in Latin America is carried out, at last the statistical evaluation of the results is given. The most promising for the foreign trade relations development with Russia are the first cluster countries. This cluster is formed by the great number of countries and therefore, it could be named «typical» one. The potential of these countries in transportation service of trade flows is estimated on the basis of the Logistics Performance Index' rating (LPI is published in 2016 by the World Bank). The results of the cluster analysis show that the research has good prospects of practical implementation in the future, because most countries are located on the Pacific coast and have a land border between themselves.

KEYWORDS: transport links, foreign economic relations, clustering, Latin America.

REFERENCES

1. Klochkovskii L.L. Natsional'nye strategii razvitiya i ekonomicheskoe budushchee Latinskoi Ameriki [National development strategy and the economic future of Latin America]. Moscow, AST, 2006. 280 p.

2. Vergara E.S. Kharakteristika chelovecheskikh resursov Ekvadora kak dvizhushchego faktora povysheniya konkurentosposobnosti strany v sovremennykh usloviyakh razvitiya gosudarstv Latinskoi Ameriki [Feature of human resources of Ecuador as a driving factor of increase of competitiveness of the country in modern conditions of development of the countries of Latin America]. Kreativnaya ekonomika [Journal of Creative economy], 2015, tom 9, no 12, pp. 1673 – 1688.

3. Martynov B.F. Dilemma «mnogopolynarnogo mira» i Latinskaya Amerika [The dilemma of a «multipolar world» and Latin America]. Latinskaya Amerika [Latin America], 2007, no 2, pp. 34 – 42.

4. Krasil'shchikov V.A. Razvitie Rossii i stran Latinskoi Ameriki: faktory skhodstva i razlichiya [The development of Russia and the countries of Latin America: factors of similarities and differences]. Al'manakh «Vostok» [Almanac «East»], 2004, no 6, pp. 67 – 85.

5. Doronina N.G. Pravovaya model' ekonomicheskoi integratsii v stranakh Latinskoi Ameriki [The legal model of economic integration in Latin America]. Moscow, INFRA-M, 2017. 340 p.

6. Kurganov V.M. Logistika vneshnetorgovykh svyazei Ekvadora i Rossii [Logistics foreign trade relations of Ecuador and Russia]. Tver, Tver State University, 2015. 72 p.

7. Kurganov V.M., Morales V.D. Konkurentnye preimushchestva sistem transportirovki tovarov v Rossiiyu

iz Ekvadora [Competitive advantages of the systems of transportation of goods to Russia from Ecuador]. Logistika: Evraziiskii most: tezisy dokl. XI Mezhdunarodnoi nauchno-prakt. konf. (Krasnoyarsk, 28-30 aprelya 2016 g.). Krasnoyarsk, 2016, pp. 134 – 138.

8. Kurganov V.M., Morales V.D. Osobennosti tsenoobrazovaniya pri eksporte tovarov iz Ekvadora v Rossiiyu [Features of pricing in exports from Ecuador to Russia]. Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta, 2015 no 3, pp. 248 – 254.

9. Mandel I. D. Klasternyi analiz [Cluster analysis]. Moscow, Finansy i statistika, 1988. 176 p.

10. Yau N. Iskusstvo vizualizatsii v biznese: Kak predstavit' slozhnyu informatsiyu prostymi obrazami [The art of visualization in business: How to present complex information in simple images]. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber, 2013. 352 p.

11. Zaryadov I.S. Statisticheskii paket R: teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika [The statistical package R: theory of probability and mathematical statistics]. Moscow, RUDN, 2010. 141 p.

12. Latinskaya Amerika [Latin America]. [Elektronnyi resurs] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Latinskaya_Amerika (data obrashcheniya 07.12.2017).

13. Spisok stran po VVP (PPS) [List of countries by GDP (PPP)]. [Elektronnyi resurs] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Spisok_stran_po_VVP_\(PPS\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Spisok_stran_po_VVP_(PPS)) (data obrashcheniya 07.12.2017).

14. Spisok stran po VVP na dushu naseleniya (PPS) [List of countries by GDP per capita (PPP)] [Elektronnyi resurs] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Spisok_stran_po_VVP_\(PPS\)_na_dushu_naseleniya](https://ru.wikipedia.org/wiki/Spisok_stran_po_VVP_(PPS)_na_dushu_naseleniya) (data obrashcheniya 07.12.2017).

15. Serov A.A. Primenenie resamplingovykh metodov dlya analiza ekonomicheskikh dannykh v statisticheskoi srede R [Application resampling methods to analyze economic data in the statistical environment R]. Matematika, statistika i informatsionnye tekhnologii v ekonomike, upravlenii i obrazovanii: tezisy dokl. V Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. (Tver', 31 maya 2016 g.). Tver, 2016, pp. 208 – 213.

16. Mal'tseva A.A., A.A. Serov Pozitsionirovanie mirovykh ekonomik na osnove global'nykh indeksov [The positioning of the world's economies based on the global indexes]. Mezhdunarodnaya ekonomika [International Economy]. 2014, no 5, pp. 64 – 78.

17. Serov A.A. Nekotorye voprosy primeneniya resamplingovykh metodov v ekonometricheskom analize [Some of the application resampling methods in econometric analysis]. Matematika, statistika i informatsionnye tekhnologii v ekonomike, upravlenii i obrazovanii: tezisy dokl. IV Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. (Tver', 2 iyunya 2015 g.). Tver, 2015, pp. 211 – 216.

18. Logistics Performance Index. [Elektronnyi resurs] URL https://wb-lpi-media.s3.amazonaws.com/LPI_Report_2016.pdf (data obrashcheniya: 05.01.2017).

19. Kurganov V.M. Competitiveness of economy and transport maintenance of logistics. European researcher. 2013, no 11. 2(63), pp. 2716 – 2722.

20. Kurganov V.M. Makroekonomicheskaya otsenka transportnogo potentsiala. Zakony logistiki i statisticheskie zakonomernosti [Macroeconomic evaluation of transport capacity. The law of logistics and statistical regularities]. Tver': Tver. gos. un-t, 2013 68 p.

21. Fisenko A.I., Khamaza E.A. Porto-franko Vladivostok: istoricheskii opyt i sovremennye zadachi [Free port Vladivostok: historical experience and modern problems]. Fundamental'nye issledovaniya [Basic Research]. 2015, no 6-3, pp. 637 – 642 ; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38674> (data obrashcheniya: 05.12.2017).

22. Korneiko O.V., Sultanova A.P. Portovaya infrastruktura

regiona v usloviyakh svobodnogo porta Vladivostoka [Port infrastructure of the region in terms of the free port of Vladivostok]. Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy [International journal of applied and fundamental research]. 2016, no 5-4, pp. 608 – 612; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9460> (data obrashcheniya: 05.12.2017).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Курганов Валерий Максимович (г. Тверь, Россия) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры математики, статистики и информатики в экономике ФГБОУ ВО «ТвГУ» (170100, г. Тверь, Желябова, 33, e-mail: glavreds@gmail.com).

Kurganov Valeriy Maksimovich (Tver, Russia) – Doctor of Technical Sciences, Ass. Professor, Professor, Department of mathematics, statistics and Informatics in economy, Tver State University (170100, Tver, Zhelyabova, 33, e-mail: glavreds@gmail.com).

Серов Анатолий Александрович (г. Тверь, Россия) – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического и естественнонаучного образования ФГБОУ ВО «ТвГУ», (170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Serov.AA@tversu.ru).

Serov Anatoly Alexandrovich (Tver, Russia) – candidate of Physical and Mathematical Sciences, Ass. Professor, Ass. Professor, Department of mathematics and science education, Tver State University (170100, Tver, Zhelyabova, 33, e-mail: Serov.AA@tversu.ru).

Моралес Висенте Джованни (г. Тверь, Россия) – аспирант кафедры математики, статистики и информатики в экономике ФГБОУ ВО «ТвГУ», (170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: geovi_86_leb@hotmail.com).

Morales Vicente Geovany (Tver, Russia) – graduate student, Department of mathematics, statistics and Informatics in economy, Tver State University (170100, Tver, Zhelyabova, 33, e-mail: geovi_86_leb@hotmail.com).

УДК 656.13

СТРУКТУРА МЕТОДОЛОГИИ ТЕКУЩЕГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Л.С. Трофимова, Н.Г. Певнев
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В практике работы автотранспортного предприятия (АТП) г. Омска наибольшее число договоров приходится на перевозку грузов в городе и в междугородном сообщении. Для текущего планирования используется методика техтрансфинплана, в которой не делается различий между планами при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении, так как все расчёты выполняются по часовой производительности подвижного состава. Фактические результаты работы АТП не соответствуют плановым показателям. Проявление признаков системности рассматривается на уровне транспортной отрасли. Деятельность АТП осуществляется в условиях неопределённости под воздействием случайных факторов, и принципы системного анализа, которые были реализованы в конкретных ситуациях в период их создания, не могут применяться в методологии текущего планирования работы грузового АТП в современных условиях.

Материалы и методы. Методологической базой для проведения экспериментальных и теоретических исследований в настоящей работе является системный анализ. Для исследова-

ния используется структурно-функциональное представление об объекте, а основанием для декомпозиции служит модель, которая применяется для анализа процесса труда и учитывает особенности работы АТП в текущем режиме.

Результаты. Применение системного анализа позволило разработать общую схему исследования, которая включает в себя теоретические и экспериментальные исследования. Сформулированы цель исследования и концепция методологии текущего планирования работы грузового АТП.

Заключение. Реализация разработанной методологии в практике работы АТП при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении позволит выполнить условия договоров и получить прибыль АТП за счет взаимосвязи коммерческой и технической эксплуатации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: методология, текущее планирование, грузовое автотранспортное предприятие, системный анализ, теоретические и экспериментальные исследования.

ВВЕДЕНИЕ

Современные условия модернизации и технологического развития экономики России требуют от российского транспорта существенной перестройки, которая должна быть реализована в рамках транспортной стратегии РФ. Стратегические решения по развитию транспортного комплекса на долгосрочную перспективу приняты в условиях перехода к интенсивному, инновационному, социально ориентированному типу развития страны [1]. Решение стратегических задач возможно при разработке текущего плана работы отдельно взятого грузового автотранспортного предприятия (АТП), реализация которого обеспечит формирование конкурентной среды и рост конкурентоспособности.

Анализ практики работы АТП г. Омска позволил установить, что на сегодняшний день автотранспорт имеет ряд преимуществ для условий строительного производства в городе [2]. Перевозка штучных строительных грузов подвижным составом АТП обеспечивает возможность выполнения строительных работ в необходимом по технологическим соображениям время, а также возможность в ряде случаев механизированной самозагрузки и разгрузки [2]. Применительно к перевозке грузов в междугородном сообщении определено, что большая часть договоров приходится на продукты питания, которые доставляются в западном и восточном направлениях от г. Омска [3].

В практике работы АТП применяется методика техтрансфинплана, которая была разработана такими учеными, как Л.А. Бронштейн, М.С. Баш, М.Р. Шейнфайн, А.А. Бачурин, М.П. Улицкий, К.А. Савченко-Бельский, М.Н. Бедняк и др. В методике техтрансфинплана не делается различий между планами при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении. Показатели работы АТП рассчи-

тываются по часовой производительности подвижного состава. В практике наблюдались отклонения фактических значений работы АТП от плановых показателей за квартал до 30%, а в целом за год – до 15%, что приводило к невыполнению условий договоров.

В соответствии с методикой техтрансфинплана такие технико-эксплуатационные показатели, как коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, продолжительность пребывания автомобиля в наряде, средняя техническая скорость, продолжительность простоя под погрузочно-разгрузочными операциями, принимаются в качестве нормативов использования подвижного состава. Текущий план работы АТП составляется по среднему значению длины ездки с грузом.

В работах [4, 5, 6] выявлено, что производительность грузового АТП зависит от длины ездки с грузом, которая обусловлена расположением грузообразующих и грузопоглощающих пунктов. Длина ездки с грузом устанавливается по каждому виду груза и является фактором, определяющим годовой пробег единиц подвижного состава [7].

Применительно к практике планирования работы АТП с использованием техтрансфинплана проф. Л.В. Канторович отмечал, что «те длинные лекции (или статьи), которые люди выслушивали, читали и думали, что понимают, оказалось невозможно использовать. При попытке придать им необходимую для введения в машину логико-математическую, алгоритмическую форму ничего не получалось» [8]. Л.В. Канторович сделал вывод, применимый к периоду до 1990 г. и к современным условиям о том, что «наука, упираясь, тащилась за практикой, не только не помогая ей, а часто, наоборот, пытаясь задержать её или сбить с ног» [8]. Для практики выполнения функций производственного планирования стали доступны

внутрипроизводственные микрологистические системы MRP (Material Requirements Planning), MRP II, ERP, которые явились результатом синтеза компьютерных технологий и принципов логистики. Определяя место и роль вышеперечисленных видов внутрипроизводственных систем при реализации функций текущего планирования грузовых автомобильных перевозок в управлении, следует согласиться с В. С. Лукинским, что «прямой перенос логистического подхода к управлению предприятием (фирмой) на АТП в неизменном виде неприемлем. Отличительная особенность АТП от промышленного состоит в том, что оно не может складировать готовую продукцию. Процесс производства и реализации транспортной продукции практически совпадает по времени. В транспортных системах не существует логистической функции «Складирование и складская обработка готовой продукции» [9].

В теории грузовых автомобильных перевозок разработан ряд коэффициентов по простоям технически исправных автомобилей в рабочие дни, простоя автомобиля в ремонте и т.д. С.Р. Лейдерман [10] сделал вывод о том, что «оценочные коэффициенты относятся к вопросам теории использования автомобиля, а не к организации и планированию грузовых автомобильных перевозок». Существующие теоретические положения грузовых автомобильных перевозок предназначены для сменно-суточного планирования работы подвижного состава [11].

В период до 1990 г. «реализация продукции, по существу, происходит на уровне отрасли» [8], поэтому Е.С. Кузнецов [12] установил, что «автомобильный транспорт можно рассматривать как систему, состоящую из трёх основных подсистем: управления, коммерческой эксплуатации и технического обеспечения транспортного процесса». Научно-техническое развитие общества привело к возникновению таких понятий, как большая система. В связи с этим «системность стала не только теоретической категорией, но и осознанным аспектом практической деятельности» [13].

Развитием теории грузовых автомобильных перевозок на основе системного анализа применительно к автотранспортной системе занимались такие учёные, как Г.В. Крамаренко, Е.С. Кузнецов, И.П. Курников, В.П. Карташов, В.Б. Ефимов, В.М. Курганов, В.И. Рассоха, Е.А. Лебедев. В работах [14, 15] функционирование автотранспортной системы рассматривалось как результат взаимодействия подсистем: 1) автомобильная промышленность; 2) автомобильные дороги; 3) эксплуатация; 4)

организация дорожного движения; 5) потребитель транспортных услуг.

Проявление признаков системности на примере функционирования автотранспортных систем перевозок грузов в оперативном планировании было изучено такими учёными, как В.И. Николин, С.М. Мочалин, Е.Е. Витвицкий, В.В. Варакин.

Развитие теории грузовых автомобильных перевозок на основе системного анализа применительно к АТП получило своё отражение в работах таких учёных, как В.М. Мандрица, В. С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная, И.А.Цвиринько, А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, С.А. Бородулина и др.

А.И. Воркут [16] сделал вывод о том, что особенность сложных транспортно-технологических систем состоит в высокой степени их неопределённости. Профессор Л.Г. Резник [17] указал, что на результаты деятельности АТП влияет много разнородных факторов, задающих различные по своей природе, но тесно взаимодействующие друг с другом процессы. Грузовая автотранспортная система представляет собой диффузную систему, где идет постоянный обмен информацией. Существенной характеристикой внешней среды в условиях рынка является ее неопределённость и переменный характер спроса на перевозки. А.М. Якобашвили [18] установил, что распределение значений длин ездов с грузом при перевозке инертных материалов на строительные объекты г. Москвы подчиняется нормальному закону распределения. Исследования, выполненные в работе [18], проводились в условиях директивного планирования.

Снижение неопределённости таких систем за счет применения вероятностно-статистических методов – одна из главных задач планирования работы АТП [19].

В ранее выполненных исследованиях системный анализ был реализован применительно к конкретным ситуациям в период их создания, которые не могут быть распространены на методологию текущего планирования работы грузового АТП в современных условиях. Кроме того, с переходом России на новые экономические условия хозяйствования изменилось положение АТП. Основной деятельностью АТП стала предпринимательская, являющаяся самостоятельной, осуществляемой на свой риск деятельностью, направленной на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, выполнения работ или оказания услуг лицами, зарегистрированными в установленном законом порядке [20]. Деятельность АТП регламентируется норматива-

ми документами по безопасности дорожного движения [21]. Продолжительность процесса перевозок грузов в междугородном сообщении должна соответствовать условиям договоров и учитывать соблюдения режимов рабочего времени и времени отдыха водителей подвижного состава [22]. С учётом указанных выше обстоятельств в данной статье рассматриваются вопросы разработки методологии текущего планирования работы грузового АТП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В результате анализа практики и теории грузовых автомобильных перевозок применительно к текущему планированию работы АТП была сформулирована цель исследования – разработка методологии текущего планирования для выполнения условий договоров и получения прибыли грузового АТП за счет взаимосвязи коммерческой и технической эксплуатации. Реализация цели предполагает постановку задач, решение которых направлено на выполнение теоретических и экспериментальных исследований (рис. 1).

Методологической базой для проведения экспериментальных и теоретических исследований в настоящей работе является системный анализ. Рассмотрение АТП как системы предполагает выделение признаков системности: структурированность, взаимосвязанность составляющих ее частей, подчиненность всей системы определенной цели.

В связи с тем, что производственные процессы на АТП имеют свои специфические особенности, подвижной состав выступает как в форме объекта труда (при выполнении работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту), так и в форме средств труда (при осуществлении транспортного процесса). Для исследования используется структурно-функциональное представление об объекте, а основанием для декомпозиции служит модель, которая применяется для анализа процесса труда и учитывает особенности работы АТП в текущем режиме.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение системного анализа позволило разработать методологию исследования (рис. 1).

Теоретические исследования предполагают разработку концепции методологии текущего планирования работы грузового АТП, ряд аксиом и следствий из этих аксиом.

Концепция методологии текущего планирования работы грузового АТП – это комплекс взаимосвязанных плановых показателей

функционирования коммерческой и технической эксплуатации, отвечающих нормативам документации по безопасности дорожного движения и обеспечивающих выполнение условий договоров на перевозку грузов в городе и в междугородном сообщении (рис. 1).

Основной задачей подсистемы коммерческой эксплуатации является получение груза в заданное время с заданными экономическими и социальными характеристиками. Коммерческая эксплуатация определяет состояние и местоположение грузов. Главная задача подсистемы технической эксплуатации грузового АТП заключалась в обеспечении транспортного процесса работоспособным подвижным составом. В современных условиях оценкой экономической эффективности функционирования коммерческой и технической эксплуатации является прибыль, величина которой определяется при моделировании функционирования АТП для текущего планирования.

Применительно к текущему планированию выработка грузового АТП определяется количеством транспортной продукции в тоннах и тонно-километрах, вырабатываемой единицей подвижного состава в единицу времени и в значительной степени зависит от длины ездки с грузом. Длина ездки с грузом является фактором, определяющим годовой пробег единиц подвижного состава. Результатом составления плана по эксплуатации подвижного состава в соответствии с заключенными и подготовленными к заключению договорами является выработка в тоннах и тонно-километрах. Годовой пробег используется для составления плана по техническому обслуживанию и ремонту. Выработка в тоннах и тонно-километрах используется при составлении плана по затратам, доходам и прибыли. Изменения в плане по эксплуатации подвижного состава и плане технического обслуживания и ремонта будут влиять на выполнение условий договоров. Длина ездки с грузом является вероятностным показателем, позволяющим учитывать взаимосвязь коммерческой и технической эксплуатации.

Математические модели призваны дать оценку эффективности функционирования системы коммерческой и технической эксплуатации грузового АТП при перевозке грузов в городах и при перевозке грузов в междугородном сообщении. Для этого целесообразно использовать методы, позволяющие учитывать результат и затраты при выполнении условий договоров, а в качестве критерия эффективности использовать прибыль.

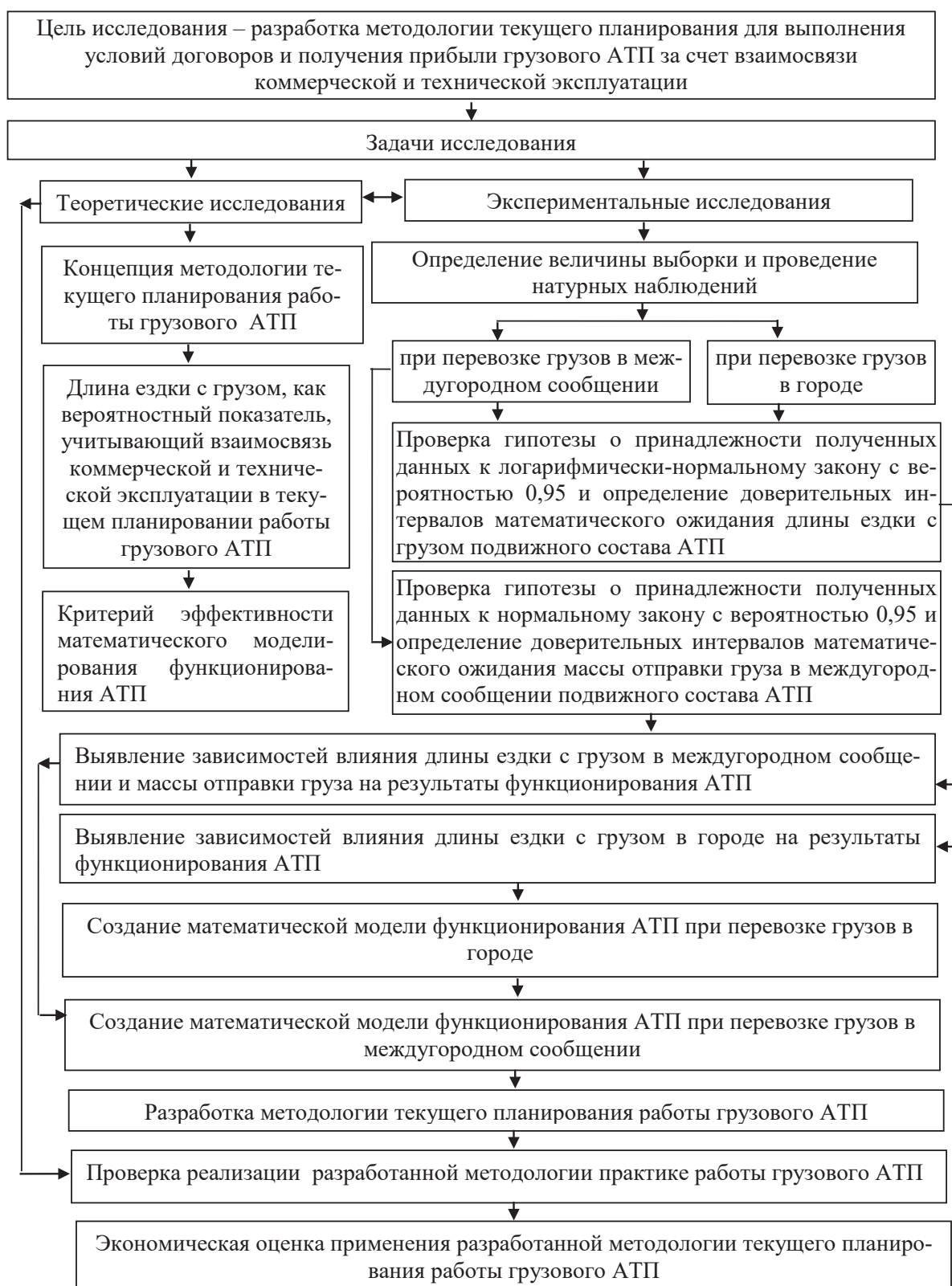


Рисунок 1 – Структура методологии
Illustration 1 – Methodology structure

Для исследования функционирования АТП требуется проведение натурного эксперимента, который по способу проведения является пассивным [23]. Статистический материал формируется по фотографиям рабочего дня водителя при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении для типоразмеров подвижного состава АТП г. Омска.

Результаты обрабатываются с позиций теории вероятностей и математической статистики. Для сохранения адекватности методологии текущего планирования грузового АТП реальным производственным процессам значения длины ездки с грузом в городе и в междугородном сообщении целесообразно определять с использованием статистических методов. Решение задач математической статистики предполагает использование выборочной совокупности, которая представляет собой часть генеральной совокупности (рис. 1).

Генеральной совокупностью в представленных исследованиях является общее количество ездок с грузом за год подвижным составом АТП. Теоретической основой распространения статистических выводов, полученных по результатам обработки выборки на всю генеральную совокупность изучаемого процесса, является закон больших чисел [23]. Экспериментальные исследования направлены на проверку гипотезы о логарифмически-нормальном законе распределения длины ездки с грузом. По результатам проверки гипотезы о принадлежности данных к логарифмически-нормальному закону с вероятностью 0,95 определяются доверительные интервалы математического ожидания длины ездки с грузом для типоразмеров подвижного состава АТП, величины которых применяются в разработке математических моделей функционирования АТП при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении. При математическом моделировании учитываются величины выработки и общего пробега, полученные в результате установления регрессионных зависимостей влияния длины ездки с грузом на результаты функционирования типоразмеров подвижного состава АТП.

Математические модели функционирования АТП при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении имеют следующие преимущества: определение целого числа ездок в единицу времени; назначение каждой единицы технически исправного подвижного состава определенного типоразмера для

выполнения условий конкретного договора; формирование комбинаций из имеющегося подвижного состава для выполнения условий договоров по минимальной выработке в тоннах.

Методология текущего планирования работы грузового АТП представляет собой алгоритм и включает в себя методики текущего планирования работы АТП при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении. Практическая реализация методологии возможна за счёт математических моделей функционирования грузового АТП при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении и программно-математического обеспечения к ним. В результате практической реализации методологии определяются плановые показатели работы коммерческой и технической эксплуатации АТП.

Проверка реализации разработанной методологии выполняется применительно к практике работы АТП и заключается в сравнении показателей плана по разработанным методикам с фактическими показателями работы АТП.

Экономическая оценка предполагает сравнение прибыли по разработанной методологии и прибыли, рассчитанной по методике техтрансфинплана применительно к работе АТП при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам работы установлено:

1. В ранее выполненных исследованиях системный анализ был реализован применительно к конкретным ситуациям в период их создания, которые не могут быть распространены на методологию текущего планирования работы грузового АТП в современных условиях.

2. С применением структурно-функционального представления об объекте и модели анализа процесса труда разработана методика исследования, которая включает в себя теоретические и экспериментальные исследования, а также экономическую оценку применения разработанной методологии.

3. Реализация разработанной методологии в практике работы АТП при перевозке грузов в городе и в междугородном сообщении позволит выполнить условия договоров и получить прибыль АТП за счет взаимосвязи коммерческой и технической эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральная целевая программа «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года»: утв. Распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р. – М. : Информавтодор, 2008. 136 с.
2. Одинцов Д.Г., Невьянцев В.А. Транспортное обеспечение строительных потоков. М. : Стройиздат, 1992. 336 с.
3. Трофимова Л.С., Бекмагамбетова Б.К. Этапы организации работы грузового автотранспортного предприятия при перевозке грузов в междугороднем сообщении // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства: сб. науч. тр.: в 2 ч. Ч. 1. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. С. 382 – 388.
4. Баш М.С. Трансфинплан автотранспортного предприятия. М. : Транспорт, 1976. 120 с.
5. Столяров М.Д. Трансфинплан автотранспортного предприятия (объединения). М. : Транспорт, 1990. 239 с.
6. Улицкий М.П. Организация, планирование и управление в автотранспортных предприятиях: учеб. для вузов. М. : Транспорт, 1994. 328 с.
7. Бронштейн Л.А. Организация, планирование и управление автотранспортными предприятиями. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 360 с.
8. Канторович Л.В., Паенсон Н.В., Тихомирова Е.Ф. Проблемы эффективного использования и развития транспорта. М. : Наука, 1989. 304 с.
9. Лукинский В.С. Логистика автомобильного транспорта: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2004. 368 с.
10. Лейдерман С.Р. Теоретические основы эксплуатации грузовых автомобилей: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 1963. 42 с.
11. Трофимова Л.С., Анохин В.В. Анализ применения теоретических положений грузовых автомобильных перевозок для описания функционирования автотранспортных предприятий в текущем режиме // Вестник СибАДИ. 2015. № 1(41). С. 36 – 42.
12. Кузнецов Е.С., Курников И.П. Производственная база автомобильного транспорта: Состояние и перспективы. М. : Транспорт, 1988. 231 с.
13. Лившиц В.Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте: монография. М. : Транспорт, 1986. 240 с.
14. Курганов В.М. Управление автомобильными пе-

ревозками на основе ситуационного подхода: дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.08. М., 2004. 326 с.

15. Рассоха, В.И. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта на основе разработанных научно-технических, технологических и управленческих решений: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 Оренбург, 2010. 400 с.

16. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. 2-е изд., перераб. и доп. Киев : Вища шк. Головное изд-во, 1986. 447 с.

17. Резник Л.Г., Смирнова О.Ю. Концепция развития методологии пространственно-временного подхода к функционированию грузовых автотранспортных систем в условиях переменного характера спроса // Прогресс транспортных средств и систем – 2009 : материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград : Волгоград. гос. техн. ун-т, 2009. С. 71 – 73.

18. Якобашвили А.М. Олитский В.С., Цеханович А.Л. Специализированный подвижной состав для грузовых автомобильных перевозок. 2-е изд. перераб. и доп. М. : Транспорт, 1988. 224 с.

19. Трофимова, Л.С. Учёт технико-эксплуатационного показателя – длина ездки с грузом при текущем планировании работы грузовых автотранспортных предприятий // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы международной научно-практической конференции. Оренбург: ОГУ. 2015. С. 162 – 167.

20. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 10.10.2015). —М. : Омега-Л, 2015. 494 с.

21. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» № 196-ФЗ от 10.12.1995 (с изменениями и дополнениями). URL: <http://base.garant.ru/10105643/> (12.10.2017).

22. Певнев Н.Г., Трофимова Л.С. Определение времени перевозок грузов в междугородном сообщении для выполнения условий договоров с учетом соблюдения режимов рабочего времени и времени отдыха водителей [Электронный ресурс] : свидетельство о регистрации электронного ресурса № 23194. М. : Мин-во образования и науки РФ ФГБНУ ИУО РАО, объединенный фонд электронных ресурсов «Наука и образование», 2017.

23. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М. : «Книга по Требованию», 2012. 570 с.

STRUCTURE OF METHODOLOGY OF CURRENT PLANNING OF WORK OF CARGO TRANSPORT ENTERPRISE

L.S. Trofimova, N.G. Pevnev

ANNOTATION.

Introduction. In the practice of the motor transport enterprise (ATP) of the city of Omsk, the largest number of contracts falls on transportation of goods in the city and in intercity communication. For the current planning, the technotransfinplan technique is used, in which no distinctions are made between plans for the transport of goods in the city and in long-distance communication, since all calculations are performed on the hourly rolling stock performance. The actual results of ATP work do not correspond to the planned indicators. ATP activities are carried out in conditions of uncertainty under the influence of random factors and the principles of system analysis that were implemented in specific situations at the time of their creation can not be applied in the methodology of the current planning of cargo ATP operation in modern conditions.

Materials and methods. The methodological basis for conducting experimental and theoretical studies in this paper is a systematic analysis. The structural-functional representation about the object is used for the study, and the model for the analysis of the labor process serves as the basis for the decomposition, and takes into account the ATP operation in the current mode.

Results. *The use of the system analysis allowed to develop a general scheme of the research, which includes theoretical and experimental research. The aim of the research and the concept of the methodology for the current planning of the cargo ATP are formulated.*

Conclusions. *The implementation of the developed methodology in the practice of ATP in the transportation of goods in the city and in intercity communication will allow to fulfill the terms of contracts and to profit the ATP due to the interrelation of commercial and technical exploitation.*

KEYWORDS: *methodology, current planning, freight motor transport enterprise, system analysis, theoretical and experimental studies.*

REFERENCES

1. Federal'naja tselevaja programma. Transportnaja strategija Rossijskoj Federatsii na period do 2030 goda [Transport strategy of the Russian Federation for the period until 2030], utv. Rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 22 nojabrja 2008 g. № 1734-r. Moscow Informavtodor, 2008. 136 p.
2. Odintsov D.G., Nev'jantsev V.A. Transportnoe obespechenie stroitel'nyh potokov [Transportation of construction flows]. Moscow. Strojizdat, 1992. 336 p.
3. Trofimova L.S., Bekmagambetova B.K. `Etap organizatsii raboty gruzovogo avtotransportnogo predpriyatija pri perevozke gruzov v mezhdugorodnom soobschenii [Stages of the organization of work of a freight motor transport enterprise for the carriage of goods in long-distance communication]. Transportnye sistemy Sibiri. Razvitie transportnoj sistemy kak katalizator ros-ta ekonomiki gosudarstva [Transport systems of Siberia. Development of the transport system as a catalyst for the growth of the state economy], sb. nauch. tr. Vol. 2 ch. Ch. 1. Krasnojarsk: Sib. feder. un-t, 2016. pp. 382 – 388.
4. Bash M.S. Transfinplan avtotransportnogo predpriyatija [Transfinland motor transport enterprise]. Moscow. Transport, 1976. 120 p.
5. Stoljarov M.D. Transfinplan avtotransportnogo predpriyatija (ob`edinenija) [Transfinland motor transport enterprise (association)]. Moscow. Transport, 1990. 239 p.
6. Ulitskij M.P. Organizatsija, planirovanie i upravlenie v avtotransportnyh predpriyatiyah [Organization, planning and management in motor transport enterprises], ucheb. dlja vuzov. Moscow. Transport, 1994. 328 p.
7. Bronshtejn L.A. Organizatsija, planirovanie i upravlenie avtotransportnymi predpriyatiyami [Organization, planning and management of motor transport enterprises]. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow. Vyssh. Shk., 1986. 360 p.
8. Kantorovich L.V., Paenson N.V., Tihomirova E.F. Problemy `effektivnogo is-pol'zovanija i razvitiya transporta [Problems of effective use and development of transport]. Moscow. Nauka, 1989. 304 p.
9. Lukinskij V.S. Logistika avtomobil'nogo transporta: ucheb. Posobie [Логистика автомобильного транспорта]. Moscow. Fi-nansy i statistika, 2004. 368 p.
10. Lejderman S.R. Teoreticheskie osnovy `ekspluatatsii gruzovyh avtomobilej [Theoretical basis for the operation of trucks], av-toref. dis. ... d-ra tehn. nauk. Moscow. 1963. 42 p.
11. Trofimova L.S., Anohin V.V. Analiz primeneniya teoreticheskikh polozhenij gruzovyh avtomobil'nyh perevozok dlja opisanija funkcionirovaniya avtotransport-nyh predpriyatij v tekuschem rezhime [Analysis of the application of the theoretical provisions of freight road transport to describe the functioning of motor transport enterprises in the current regime]. Vestnik SibADI, 2015, no 1(41), pp. 36 – 42.
12. Kuznetsov E.S., Kurnikov I.P. Proizvodstvennaja baza avtomobil'nogo trans-porta [Industrial base of motor transport: State and prospects]. Sostojanie i perspektivy. Moscow. Transport, 1988. 231 p.
13. Livshits V.N. Sistemnyj analiz `ekonomicheskikh protsessov na transporte [Системный анализ экономических процессов на транспорте], monografija. Moscow. Transport, 1986. 240 p.
14. Kurganov V.M. Upravlenie avtomobil'nymi perevozkami na osnove situatsion-nogo podhoda [Управление автомобильными перевозками на основе ситуационного подхода], dis. ... d-ra tehn. Nauk. 05.22.08. Moscow. 2004. 326 p.
15. Rassoha, V.I. Povyshenie `effektivnosti `ekspluatatsii avtomobil'nogo trans-porta na osnove razrabotannyh nauchno-tehnicheskikh, tehnologicheskikh i upravlencheskikh reshenij [Increase of efficiency of operation of motor transport on the basis of developed scientific and technical, technological and management decisions], dis. ... d-ra tehn. Nauk. 05.22.10 Orenburg, 2010. 400 p.
16. Vorkut A.I. Gruzovye avtomobil'nye perevozki [Freight transport by road]. 2-e izd., pererab. i dop. Kiev. Vischa shk. Golovnoe izd-vo, 1986. 447 p.
17. Reznik L.G., Smirnova O.Ju. Kontseptsija razvitiya metodologii prostranstven-no-vremennogo podhoda k funkcionirovaniyu gruzovyh avtotransportnyh sistem v uslovijah peremennogo haraktera sprosa [The concept of development of the methodology of the space-time approach to the functioning of freight motor transport systems in conditions of variable demand]. Progress transportnyh sredstv i sistem [Progress of vehicles and systems], materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Volgograd. Vol-gograd. gos. tehn. un-t, 2009. pp. 71 – 73.
18. Jakobashvili A.M. Olitskij V.S., Tsehanovich A.L. Spetsializirovannyj pod-vizhnoj sostav dlja gruzovyh avtomobil'nyh perevozok [Specialized rolling stock for goods road transport]. 2-e izd. pererab. i dop. Moscow. Transport, 1988. 224 p.
19. Trofimova, L.S. Uchjot tehniko-`ekspluatatsionnogo pokazatelya – dlina ezdky s gruzom pri tekuschem planirovanii raboty gruzovyh avtotransportnyh predpriyatij [Accounting for the technical and operational indicator - the length of the carriage with cargo for the current planning of the operation of freight transport enterprises]. Progressivnye tehnologii v transportnyh sistemah [Progressive technologies in transport systems], materialy mezhdunarodnoj na-uchno-prakticheskoy konferentsii. Orenburg. OGU, 2015. pp. 162 – 167.
20. Grazhdanskij kodeks Rossijskoj Federatsii (chast' pervaja) [The Civil Code of the Russian Federation] ot 30.11.1994 № 51-FZ (red. ot 10.10.2015) Moscow. Omega-L, 2015. 494 p.
21. Federal'nyj zakon. O bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija [On road safety], no 196-FZ ot 10.12.1995 (s izmenenijami i dopolnenijami). URL: <http://base.garant.ru/10105643/> (12.10.2017).
22. Pevnev N.G., Trofimova L.S. Opredelenie vremeni perevozok gruzov v mezhdugorodnom soobschenii dlya vypolneniya uslovij dogovorov s uchetoм soblyudeniya rezhimov rabochego vremeni i vremeni otdyha voditelej [Determination of the time of transportation of goods in long-distance communication to fulfill the terms of contracts, taking into account the observance of working hours and rest periods for drivers], svidetel'stvo o registracii ehlektronnogo resursa no 23194. Moscow. Min-vo obrazovaniya i nauki RF FGBNU IUO RAO, ob`edinennyj fond ehlektronnyh resursov. Nauka i obrazovanie, 2017.

23. Mitropol'skij A.K. Tehnika statisticheskikh vychislenij [The technique of statistical computations]. Moscow. Kniga po Trebo-vaniju, 2012. 570 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Трофимова Людмила Семеновна (г. Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организации перевозок и управления на транспорте» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail: trofimova_ls@mail.ru).

Ljudmila S. Trofimova (Omsk, Russia) – candidate of

technical sciences, Associate Professor of the Department of «Organization of transportation and management on transport» SibADI (644080, Omsk. Mira av., 5, e-mail: trofimova_ls@mail.ru).

Певнев Николай Гаврилович (г. Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатации и ремонта автомобилей» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail: pevnev_n@mail.ru).

Nikolai G. Pevnev – doctor of technical sciences, Professor of the Department of vehicle maintenance and repair SibADI (644080, Omsk. Mira av., 5, e-mail: pevnev_n@mail.ru).

УДК 658.562

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

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

АННОТАЦИЯ

Природно – климатические условия России на половине ее территории находятся севернее изотермы января, где средняя температура составляет – 20°C. Продолжительный период зимы в данных районах составляет от 200 до 300 суток. Все это обосновывает необходимость проведения исследований, связанных с предпусковой тепловой подготовкой двигателя и аккумуляторной батареи (АКБ) автомобилей в условиях отрицательных температур окружающей среды.

В статье рассматривается проблема, связанная с эксплуатацией автомобиля в условиях низких отрицательных температур, обосновывается необходимость принятия специальных мер для поддержания оптимального температурного режима аккумуляторной батареи. Проведен анализ факторов, оказывающих влияние на запуск автомобиля в условиях низких отрицательных температур.

Рассмотрены факторы, оказывающие влияние на состояние АКБ автомобиля. Показано влияние значения внутреннего сопротивления АКБ на энергетические показатели электростартерной системы пуска и соответственно на вероятность запуска двигателя автомобиля. Для подтверждения теоретических предположений были проведены экспериментальные изыскания, в ходе которых получены зависимости внутреннего сопротивления АКБ от температуры электролита и степени ее заряженности. По результатам исследования предлагается использование устройства, обеспечивающего предпусковую подготовку АКБ для повышения вероятности запуска ДВС в условиях низких отрицательных температур.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: автомобиль, техническая эксплуатация, аккумуляторная батарея, двигатель внутреннего сгорания.

ВВЕДЕНИЕ

С момента создания автомобилей возникла проблема пуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в условиях низких температур окружающей среды. Эта проблема и сегодня является актуальной.

Для уверенной эксплуатации автомобилей в суровых климатических условиях необходи-

мо предварительно осуществлять подготовку автотранспортного средства.

Одной из часто возникающих проблем эффективной эксплуатации транспортных средств является обеспечение надежности пуска двигателя внутреннего сгорания. Как показывает опыт эксплуатации транспортных средств в регионах Севера и Сибири, надежный запуск двигателя может существенно по-

высить эффективность эксплуатации и транспортного средства в целом. Надежность пуска двигателя определяется его безотказностью, а также продолжительностью запуска [1-10]. Как показывают исследования, основными причинами, усложняющими запуск ДВС в условиях низких отрицательных температур, являются увеличение момента сопротивления прокручивания коленчатого вала, а также снижение энергетических показателей электростартерной системы пуска. Увеличение момента сопротивления прокручивания коленчатого вала является следствием возрастания вязкости моторного масла. Снижение энергетических показателей системы пуска является следствием возрастания внутреннего сопротивления АКБ.

Одним из методов облегчения запуска двигателя автомобиля в условиях низких отрицательных температур является предпусковая тепловая подготовка самого двигателя и аккумуляторной батареи (АКБ) [3].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Проведя анализ вязкостно-температурных показателей применяемых моторных масел, выявлено, что масла, имеющие индексы согласно классификации SAE (англ. Society of Automobile Engineers – Сообщество автомобильных инженеров), 0W и 5W, по параметру «проворачиваемость» и «прокачиваемость» в основном соответствуют условиям эксплуатации в Сибири. В таблице 1 показаны минимальные температуры, характеризующие свойства масла в зависимости от нормативов SAE по параметрам «проворачиваемость» и «прокачиваемость».

Пуск двигателя затруднен, если температура проворачивания масла (T_{SAE}) выше тем-

пературы окружающей среды (T_{oc}), а также в случае снижения энергетических способностей АКБ.

Схема пуска ДВС описывается законом Ома для полной цепи. ЭДС АКБ практически не зависит от температуры и не зависит от количества энергии к АКБ. Активное сопротивление нагрузки (стартера) изменяется (уменьшается) приблизительно в три раза при переходе от режима с номинальной мощностью до режима с максимальной мощностью. Из-за наличия внутреннего сопротивления АКБ напряжение на выводах электростартера снижается. При снижении напряжения на выводах АКБ уменьшается частота вращения и мощность электростартера [6,7].

Увеличение внутреннего сопротивления АКБ в условиях низких отрицательных температур является одной из причин затрудненного запуска ДВС, поскольку данный параметр определяет максимальное значение мощности, развиваемой АКБ во внешней цепи, то есть оказывает решающее влияние на рабочие и механические характеристики стартерного электродвигателя и значительно влияет на возможность пуска ДВС.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Были проведены эксперименты по определению характеристик АКБ при различных температурах, результаты которых представлены на рисунке 1. Значения напряжений при различных токах разряда АКБ определялись с использованием нагрузочной вилки. Полученные точки соединялись прямыми линиями, в результате получены линеаризованные вольт-амперные характеристики (ВАХ), то есть нелинейностью реальных ВАХ пренебрегаем.

Из рисунка 1 видно, что при снижении

Таблица 1
ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ МАСЕЛ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ
Table 1

DEPENDENCE OF THE OILS' PROPERTIES FROM THE TEMPERATURE

Класс по SAE	Вязкость низкотемпературная			
	Проворачиваемость		Прокачиваемость	
	Мах вязкость (σ_{max}), мПа·с	Температура (T_{SAE}), °C	Мах вязкость (σ_{max}), мПа·с	Температура (T_{SAE}), °C
0 W	6 200	-35	60 000	- 40
5 W	6 600	-30	60 000	- 35
10 W	7 000	-25	60 000	- 30
15 W	7 000	-20	60 000	- 25
20 W	9 500	-15	60 000	- 20
25 W	13 000	-10	60 000	- 15

температуры электролита резко возрастает внутреннее сопротивление АКБ, которое численно равно тангенсу угла наклона нагрузочной характеристики относительно оси абсцисс ($2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) \approx \operatorname{tg}(\beta)$). При изменении температуры электролита от $+20^{\circ}\text{C}$ до -30°C внутреннее сопротивление увеличивается почти в два раза (см. рис. 1, 2).

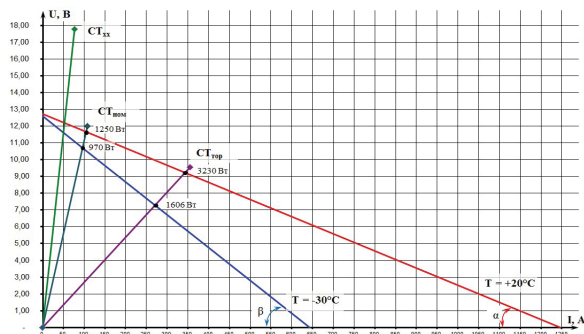


Рисунок 1 – Вольт-амперные характеристики (ВАХ) АКБ емкостью 60 Ач при различных температурах
Illustration 1 – The current-voltage characteristics (VAC) of a battery with a capacity of 60 Ah at the different temperatures

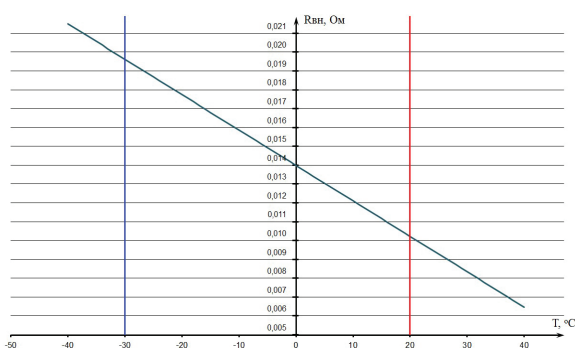


Рисунок 2 – Зависимость изменения внутреннего сопротивления АКБ от температуры электролита
Illustration 2 – Dependence of the change in the internal resistance of the battery from the electrolyte temperature

Точки пересечения вольтамперных характеристик стартера, работающего в различных режимах эксплуатации и нагрузочных прямых при различных температурах, позволяют определить мощности, потребляемые стартером. В частности, хорошо видно, что в рабочих режимах эксплуатации при температуре электролита $T = -30^{\circ}\text{C}$ стартер не развивает номинальной мощности. Мощность стартера при $T = -30^{\circ}\text{C}$ оказывается ниже в 1,3÷2 раза по сравнению с условиями при $T = +20^{\circ}\text{C}$.

Был проведен анализ специальной литературы [11,12,13], в которой даны особенности конструкции и эксплуатации АКБ. В литературе [3,4,5,8,10,12] описано влияние температуры электролита, степени заряженности АКБ

на величину внутреннего сопротивления. На рис.1,2 показаны зависимости внутреннего сопротивления автомобильной АКБ r относительно r_{30} , где r_{30} – внутренне сопротивление полностью заряженного АКБ при температуре электролита $\theta = 30^{\circ}\text{C}$ от температуры электролита для различной степени заряженности. Под степенью заряженности k приняли отношение фактически запасенной энергии в АКБ – W к её номинальному значению – W_n ($k = W/W_n$). Энергия, отдаваемая АКБ в течение некоторого времени разряда определяется из выражения

$$W_p = \int_0^{t_p} U_p \cdot I_p dt, \quad (1)$$

где U_p – напряжение разряда, В; I_p – ток разряда, А; t – время разряда.

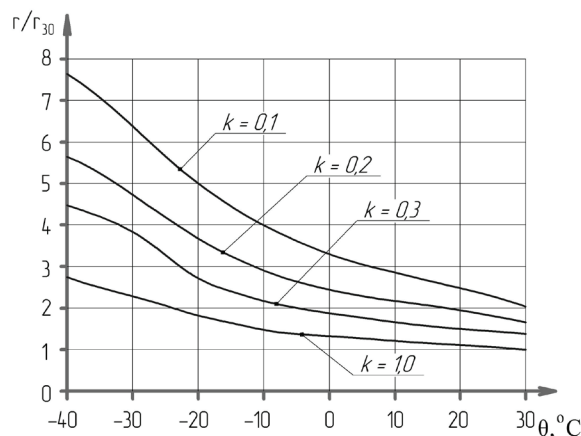


Рисунок 3 – Зависимости внутреннего сопротивления АКБ в относительных единицах от температуры электролита для различной степени заряженности АКБ
Illustration 3 – Dependencies of the battery internal resistance in the relative units from the electrolyte temperature for different degree of the battery charge

Анализируя зависимости, представленные на рисунке 3, можно сделать следующие выводы: кратность изменения внутреннего сопротивления АКБ при изменении температуры от $+30^{\circ}\text{C}$ до -30°C и при степени заряженности $k = 1,0$ составляет 2,3, а при степени заряженности $k = 0,1$ это значение равно 3,2. Из этого следует, что внутреннее сопротивление в значительной степени зависит не только от температуры электролита, но и от степени заряженности АКБ.

Из описанного следует: для облегчения пуска ДВС автомобиля необходимо повышать температуру электролита АКБ и степень ее заряженности. На практике могут использовать

ся различные электрические подогреватели, применяться тепловая изоляция АКБ [3, 4, 5]. Подобные методы позволяют повысить температуры электролита, однако это не влияет на степень заряженности АКБ.

Внутреннее сопротивление АКБ при заряде существенно больше, чем внутреннее сопротивление АКБ при разряде на нагрузку. Разница внутренних сопротивлений при разряде и заряде АКБ была получена с помощью эксперимента [4,16].

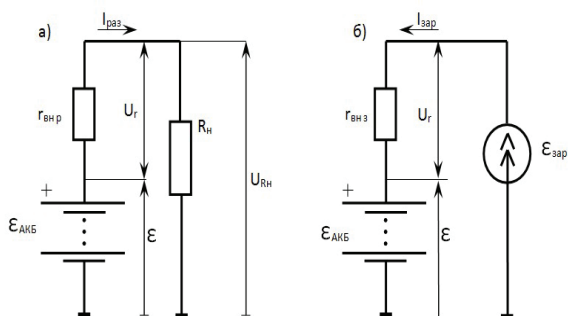


Рисунок 4:

а) процесс подключения АКБ к нагрузке; б) процесс зарядки АКБ

Illustration 4:

a) the process of connecting the battery to the load; b) the process of charging the battery

На рисунке 4, а показан процесс подключения АКБ к нагрузке, на рисунке 4б – процесс зарядки АКБ.

Энергия, выделявшаяся на внутреннем сопротивлении АКБ, равна при разряде $I^2 r_{вн.р}$, а при заряде $I^2 r_{вн.з}$.

Одним из применяемых методов тепловой подготовки АКБ является предпусковой разряд АКБ при помощи нагрузки, в качестве которой используются элементы штатного электрооборудования автомобиля.

ОБСУЖДЕНИЕ

Были произведены численные расчеты (1) значений энергии, выделившейся на внутреннем сопротивлении АКБ $r_{вн.р}$ при подключении нагрузки – ламп фар суммарной мощностью 110 Вт. При таких условиях разряда можно пренебречь изменением напряжения. В этом случае энергия, выделяющаяся на нагрузке будет определяться

$$W_n = U_n \cdot I \cdot t, \quad (2)$$

где U – напряжение на нагрузке, В; I – ток разряда, А.

Энергия, выделяющаяся на внутреннем сопротивлении АКБ

$$W_{BH} = I^2 \cdot r_{BH} \cdot t, \quad (3)$$

За одну минуту на внутреннем сопротивлении $r_{вн.р} = 0,018$ Ом выделится 86 Дж энергии, на лампах фар выделится 6426 Дж. При этом ток, идущий через АКБ, составляет 8,6 А. Таким образом, большая часть энергии выделяется на лампах фар (98,7%), что говорит о неэффективности описанного способа тепловой подготовки АКБ.

Также были выполнены расчеты значений энергии, выделившейся на внутреннем сопротивлении АКБ $r_{вн.р}$ в процессе ее заряда. При заряде АКБ током 12 А (данное значение является допустимым двукратным повышением номинального тока заряда для АКБ с емкостью 60 Ач) на внутреннем сопротивлении $r_{вн.з}$ выделится энергия, равная 847 Дж, что практически в десять раз больше энергии, выделяющейся при разряде АКБ. При этом стоит отметить, что степень заряженности к АКБ повышается. Поэтому в качестве метода тепловой подготовки АКБ можно предложить производить заряд АКБ от внешнего источника тока.

Для практической реализации описанного метода тепловой подготовки АКБ предлагается использовать специальное автономное устройство, структурная схема которого приведена на рисунке 5.

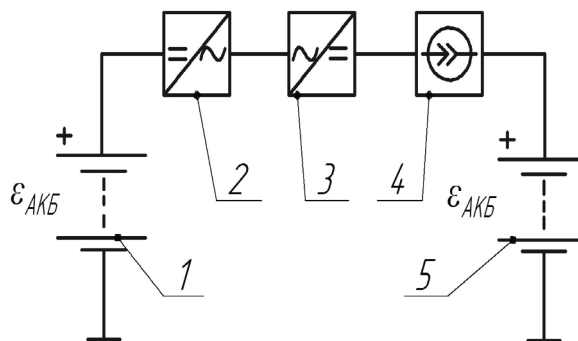


Рисунок 5 – Структурная схема устройства,

обеспечивающего предпусковую подготовку АКБ

Illustration 5 – Structural diagram of the device providing pre-start preparation of the battery

В состав устройства для предпусковой подготовки стартерной АКБ входит гелевый АКБ номинальной емкостью 7Ач (1); повышающий преобразователь постоянного напряжения в переменное (2), с эффективным значением

напряжения порядка 30 В; выпрямитель (3); генератор тока (4), обеспечивающий необходимое значение силы тока при заряде АКБ (6) (для АКБ емкостью 60 Ач ток заряда – 12 А. Применение АКБ емкостью 7 Ач и современной элементной базы позволит минимизировать габариты и массу предлагаемого устройства. АКБ устройства может заряжаться перед поездкой от бытовой сети 220 В или же во время поездки в режиме, аналогичном режиму заряда стартерной АКБ.

Выбор емкости АКБ устройства можно обосновать следующим: АКБ номинальной емкостью 7 Ач обеспечит заряд автомобильной АКБ током 12 А, в течение 0,6 часа. Запас энергии заряженного АКБ будет равен 0,3 МДж, что составляет 1/9 полной энергии заряженного АКБ емкостью 60 Ач. Энергии АКБ 60 Ач достаточно, чтобы многократно обеспечить пуск ДВС. Количество запуска будет зависеть от условий запуска ДВС. Энергии АКБ, применяемой в составе устройства, достаточно, чтобы запустить двигатель несколько раз.

Предлагаемое устройство позволит эффективно передавать энергию от АКБ устройства к АКБ автомобиля, при этом одновременно обеспечивая разогрев АКБ и повышение степени заряженности АКБ. Это позволит увеличить вероятность запуска ДВС в условиях низких отрицательных температур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание необходимых условий для успешного пуска двигателей зависит от ряда конструктивных и эксплуатационных факторов, одним из которых является внутреннее сопротивление АКБ.

Внутреннее сопротивление АКБ оказывает решающее влияние на рабочие и механические характеристики стартерного электродвигателя и значительно влияет на возможность пуска ДВС, зависит от температуры электролита и от степени заряженности АКБ.

Для облегчения запуска ДВС автомобиля необходимо повышать температуру электролита АКБ и степень ее заряженности.

Предложенное техническое решение, а именно устройство для предпусковой подготовки стартерной АКБ позволит повысить эффективность ее работы при запуске ДВС автомобиля в условиях низких отрицательных температур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кашкаров А.П. Нетрадиционные источники питания. М. : ДМК Пресс, 2011. 135 с.
2. Варламов В.Р. Современные источники питания : Справочник. 2-е изд. М. : ДМК Пресс, 2001. 224 с.
3. Певнев Н.Г., Трофимов Б.С., Момот Ю.С. Повышение жизнеобеспеченности автомобилей в условиях севера путем поддержания заряженности аккумуляторных батарей // Материалы Международной очно-заочной научно-технической конференции «Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта». 2017. С. 91 – 97.
4. Маркин А.Г. Повышение эффективности системы электроснабжения автомобилей // Архитектурно – строительный и дорожно – транспортные комплексы: проблемы, перспективы, новации : материалы международной научно-практической конференции ФГБОУ ВО СибАДИ. 2016. С.33 – 39
5. Аккумуляторная батарея в зимних условиях [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.mrmz.ru/article/v10/article3.htm>
6. Эксплуатация автомобильных аккумуляторов и аккумуляторных батарей [Электронный ресурс] Режим доступа : <http://akbplus.ru/AKB-Spravka/ekspluatation-avto-akb.html>
7. Системы подогрева, пуска двигателя и выпуска отработавших газов [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://ustroistvo-avtomobilya.ru/dvigatel/sistemy-podogreva-puska-dvigatelya-i-vy-puska-otrabotavshih-gazov/>
8. Семенов Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур (под ред. С.И. Белоцерковской), М. : Транспорт, 1993. 190 с.
9. Васильева Л.С. Автомобильные и эксплуатационные материалы : Учебник для ВУЗов. М. : Транспорт, 1986. 279 с.
10. Коваленко С.Ю., Казаков А.В. Методика оценки приспособленности автомобилей к режиму пуска // Вестник Оренбургского государственного университета, 2011. С. 186 – 192.
11. Васенин А. С., Шумков А. Г., Горбунов А. А. Обзор методов оценки заряженности стартерных аккумуляторных батарей // Молодой ученый. 2016. № 15. С. 157 – 160. URL : <https://moluch.ru/archive/119/33010/> (Дата обращения: 04.12.2017).
12. Яковлев В.Ф. Определение параметров источников питания низковольтных потребителей на автомобилях с повышенным напряжением бортовой сети // Современная техника и технологии. 2014. № 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2014/05/3501>
13. Jonson Controls Inc, AGM – технология связанного электролита в производстве автомобильных аккумуляторов Jonson Controls Inc [Электронный ресурс]. Режим доступа : [<http://boschbattery.ru/main/tech/agm>].
14. VRLA_батареи (технология AGM). Особенности конструкции и основные химические реакции [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.energon-electro.ru/press-center/articles/detail.php? ID=2259>.
15. Дасоян М.А., Агуф И.А. Современная теория свинцового аккумулятора. Л. : Энергия, 1975. 312 с.
16. Toyota Prius // Wikipedia. [Электронный ресурс] Режим доступа : http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius (дата обращения 29.10.2017).
17. Дасоян М.А. Стартерные аккумуляторные батареи: Устройство, эксплуатация и ремонт/М.А. Дасоян, Н.И. Курзуков, О.С. Тутрюмов, В.М. Ягнатинский. М. : Транспорт, 1991. 255 с.

18. Berg. P. What to do when your hybrid car's battery dies // Popular Mechanics. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.popularmechanics.com/cars/how-to/repair/what-to-do-when-your-hybrid-cars-battery-dies> (дата обращения 20.11.2017).

19. How to jump-start your hybrid car // Car advice. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.thecarconnection.com> (дата обращения 20.11.2017).

20. Patrick T. Moseley, Jurgen Garche, C.D. Parker, D.A.J. Rand. Valve-Regulated Lead-Acid Batteries. Amsterdam: Elsevier B.V., 2014. [Электронный ресурс] Режим доступа : <http://bookree.org/reader.file=676368&pg=1>.

21. Яковлев В.Ф. Автомобильные реверсивные источники питания // Современная техника и технологии. 2014. № 9 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2014/09/4384>.

STUDY OF THE THERMAL PROCESSES OF THE BATTERY DURING VEHICLE OPERATION IN LOW TEMPERATURES

L.N. Tishkevich, B.V. Zhuravskiy

ANNOTATION

The article discusses the problem associated with the operation of a vehicle in a cold climate, where we should take special measures to maintain a favorable temperature mode of the battery of the internal combustion engine. Examines factors affecting the condition of the engine and car battery. The analysis of factors influencing starting of the vehicle in conditions of low negative temperatures. The degree of influence of internal resistance of the battery to start the vehicle.

The article deals with the problem associated with the operation of the car in conditions of low negative temperatures, the necessity of taking special measures to maintain the optimum temperature regime of the battery is justified. The analysis of the factors influencing the launch of the car in conditions of low negative temperatures is carried out.

The factors affecting the state of the vehicle's battery are considered. The influence of the value of the internal resistance of the battery on the power indicators of the electric starter system and, accordingly, on the probability of starting the engine of the car is shown. To confirm the theoretical assumptions, experimental investigations were carried out, during which the dependences of the internal resistance of the battery on the temperature of the electrolyte and the degree of its charge were obtained. According to the results of the study, it is proposed to use a device that provides pre-start preparation of the battery to increase the probability of starting the engine in conditions of low negative temperatures.

KEYWORDS: car, maintenance, battery, internal combustion engine.

REFERENCES

1. Kashkarov A. P. Netradicionnye istochniki pitaniya [Non-conventional sources of power]. Moscow. DMK Press. 2011. 135 p.

2. Varlamov V. R. Sovremennyye istochniki pitaniya [Modern power sources]. Spravochnik 2-e izd. Moscow. DMK Press. 2001. 224 p.

3. Pevnev N. G., Trofimov B. S., Momot Y. S. Povyshenie zhizneobespechennosti avtomobilej v usloviyah severa putem podderzhaniya zarjzhennosti akkumuljatornyh batarej [Increase survivability of vehicles in the North by maintaining the charge of batteries]. Materialy Mezhdunarodnoj ochno-zaochnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Problemy issledovaniya sistem i sredstv avtomobil'nogo transporta [Problems of research of systems and means of motor transport]. 2017. 91 – 97.

4. Markin A.G. A.G. Povyshenie jeffektivnosti sistemy jelektrosnabzheniya avtomobilej [Jekspluatacija avtomobil'nyh akkumuljatorov i akkumuljatornyh batarej improving the efficiency of the electrical system of cars]. Arhitekturno – stroitel'nyj i dorozhno – transportnye kompleksy: problemy, perspektivy, novaci [Architectural – construction and road – transport complexes, problems, prospects, innovations], materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii FGBOU VO SibAD, 2016. pp. 33 – 39.

5. Akkumuljatornaja batareja v zimnih usloviyah [Battery in winter conditions], [Electronic resource]. Rezhim dostupa : <http://www.mrmz.ru/article/v10/article3.htm>.

6. Jekspluatacija avtomobil'nyh akkumuljatorov i akkumuljatornyh batarej [Operation accumulators and batteries], [Electronic resource]. Rezhim dostupa : <http://akbplus.ru/AKB-Spravka/ekspluatation-avto-akb.html>.

7. Sistemy podogreva, puska dvigatelja i vypuska otrabotavshih gazov [Heating system, start the engine and exhaust], [Electronic resource]. Rezhim dostupa : <http://ustroistvo-avtomobilya.ru/dvigatel/sistemy-podogreva-puska-dvigatelya-i-vy-puska-otrabotavshih-gazov>.

8. Semenov N. In. Jekspluatacija avtomobilej v usloviyah nizkih temperatur [Operation of vehicles in conditions of low temperatures], (pod red. S.I. Belocerkovskoj). Moscow. Transport. 1993. 190 p.

9. Vasiliev L. S. Avtomobil'nye i jekspluatacionnye materialy [Automotive and performance materials]. Uchebnik dlja VUZov, Moscow, Transport, 1986. 279 p.

10. Kovalenko S. Yu., Kazakov V. A. Metodika ocenki prisposoblennosti avtomobilej k rezhimu puska [Methods of assessing the fitness of automobile engines to the trigger mode]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011 186 -192.

11. The Vasenin A. S., Shumkov A. G., Gorbunov A. A. Obzor metodov ocenki zarjzhennosti starternyh akkumuljatornyh batarej [Overview of methods of evaluation of charge of the starter battery]. Molodoy uchenyj, 2016, no 15, pp. 157 – 160. Rezhim dostupa : <https://moluch.ru/archive/119/33010/> (Data obrashhenija: 04.12.2017).

12. Yakovlev V. F. Opredelenie parametrov istochnikov pitaniya nizkovol'nyh potrebitelej na avtomobiljah s

РАЗДЕЛ III.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 697.952.2

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С ТЕПЛОВЫМ ПОБУЖДЕНИЕМ

Д.В. Абрамкина

*Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет,
г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Для увеличения эффективности работы систем естественной вентиляции возможно использование теплового побуждения – дополнительного подогрева вытяжного вентиляционного канала, который позволяет увеличить разницу температур между наружным и удаляемым воздухом из помещения, тем самым повышая циркуляционный эффект. Данный метод дает возможность обеспечить стабильный воздухообмен в теплый период года независимо от силы и направления ветра. Однако существующие системы обладают рядом ограничений для применения в многоэтажных жилых зданиях в странах с холодным климатом. Целью исследования является разработка канальной системы вентиляции с тепловым побуждением, подходящей для применения в условиях российского климата для типовых жилых домов.

Материалы и методы. Исследование свободной конвекции в условиях внутренней задачи проводилось с помощью решения уравнений Обербека-Буссинеска, а также проведения натурального эксперимента.

Результаты. В статье теоретически обоснованы недостатки существующих систем вентиляции с тепловым побуждением. На основе проведенного математического моделирования были выявлены зависимости осевой скорости на входе в систему от расчетной разницы температур при различных способах нагрева вентиляционного канала.

Выводы. Полученные результаты иллюстрируют высокую степень влияния месторасположения и величины площади нагрева вентиляционного канала на формирование свободных конвективных течений в нем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тепловое побуждение, естественная вентиляция, воздухообмен, свободная конвекция, конвективные потоки.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- существующие системы вентиляции с тепловым побуждением мало подходят для многоэтажных жилых домов;
- наиболее эффективным и удобным в монтаже методом побуждения является вертикальный нагрев вентиляционного канала совместно с отводом;
- проведенное экспериментальное исследование показывают высокую сходимость численного решения уравнений Обербека-Буссинеска и результатов натуральных измерений.

ВВЕДЕНИЕ

Тепловое побуждение является одним из методов интенсификации работы систем естественной вентиляции [1, 2]. Нагрев вентиляционного канала приводит к формированию в нем восходящих конвективных потоков. Движение воздуха в вентиляционном канале возникает за счет наличия неоднородности плотности, вызванной неоднородностью температуры. Модели такого рода исключают наличие внутри канала опускного течения, а также обратной тяги, которые значительно

влияют на эффективность работы системы вентиляции [3].

В системах с радиационным подогревом вентиляционных каналов вытяжной воздуховод представляет собой короб, расположенный снаружи здания, стенки которого изготовлены из лучепрозрачных материалов для обеспечения максимального проникновения прямой и рассеянной солнечной радиации [4].

При попадании солнечных лучей на внутреннюю стенку вытяжного воздуховода, выполненную из материалов с высоким коэффициентом поглощения солнечной радиации, условная температура на ее поверхности увеличивается, вызывая тепловое расширение масс воздуха, находящихся в канале, которое, в свою очередь, приводит к появлению внутренних свободноконвективных течений. Для исключения перегрева помещения в конструкции вентиляционного канала предусматривается теплоизоляционный слой [5]. Он располагается между внутренней стенкой и наружной поверхностью ограждающей конструкции.

Первые исследования крышных систем естественной вентиляции с радиационным по-

догревом вытяжного канала (Рис. 1, а) были проведены Н.К. Бансалом [6,7]. В своей научной работе он представил основную методику расчета расхода воздуха через вентиляционный канал в зависимости от интенсивности солнечной радиации. Кроме того, было выявлено, что расход воздуха на единицу площади поперечного сечения воздуховода уменьшается с увеличением его длины. На основе представленных зависимостей Й. Хирунлабх [8] разработал новую конфигурацию системы с радиационным подогревом, представляющую собой несколько последовательно соединенных каналов, расположенных под разными углами (Рис. 1, б). Позднее, Ш. Лал и др. [9] составили классификацию существующих систем. В периоды года с недостаточным уровнем солнечной радиации возможно применение системы с вертикальным расположением вентиляционного канала [10]. Чаще всего система является реверсивной: если температура наружного воздуха выше, чем температура воздуха в помещении, канал используется для осуществления вытяжки (Рис. 1, в), если ниже – для притока (Рис. 1, г) [11].

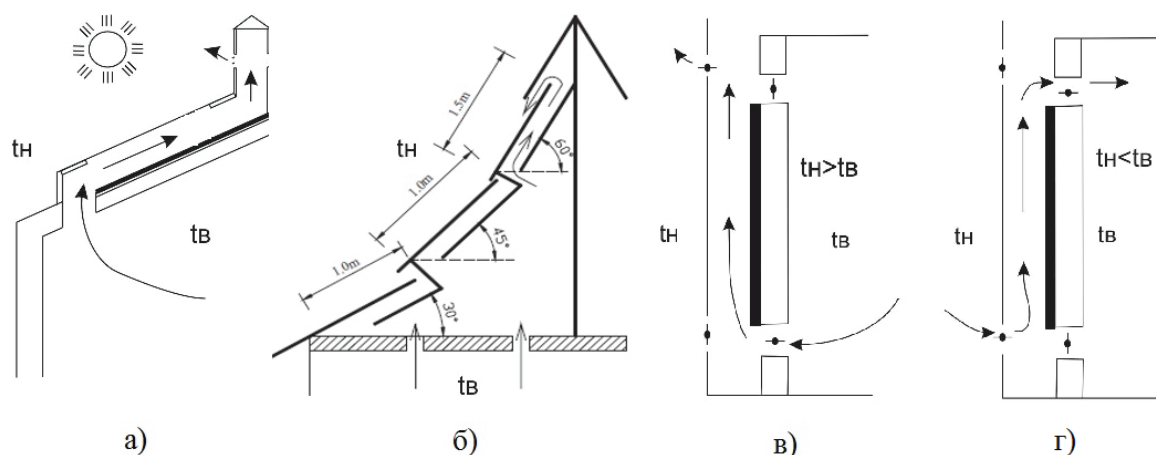


Рисунок 1:
а) система вентиляции с крышным расположением вытяжного канала;
б) система вентиляции конструкции Й. Хирунлабха;
в) принципиальная схема работы вытяжной системы вентиляции с вертикальным расположением вентиляционного канала для удаления воздуха из помещения;
г) принципиальная схема работы приточной системы с вертикальным расположением вентиляционного канала для подачи воздуха в помещение

Illustration 1:
a) ventilation system with the roof exhaust duct;
b) Hirunlabh's ventilation system;
c) working scheme of the vertical roof exhaust duct;
d) working scheme of the vertical inlet duct

Однако подобные системы обладают рядом недостатков, которые являются препятствием к их применению в РФ: во внутренней поверхности вентиляционного канала при определенных условиях в холодный период года может образовываться конденсат. Данное явление возникает при попадании влажного и теплого воздуха из помещений в вытяжной канал, при этом условная температура на внутренней поверхности внешней части канала становится ниже температуры точки росы [12]. В нашей стране системы естественной вентиляции применяются в основном в жилых зданиях, наружное размещение прозрачных вентиляционных каналов может значительно испортить внешний облик сооружения, что связано с высоким уровнем загрязненности удаляемого воздуха из помещений кухни. Чистка внутреннего пространства лучепрозрачного вентиляционного канала включает в себя более дорогостоящие операции, чем при использовании традиционных систем [13].

В связи с вышесказанным можно сделать вывод, что существующие системы вентиляции с тепловым побуждением мало подходят для многоквартирных жилых домов. Однако данный метод интенсификации работы естественной вентиляции имеет свои преимущества: обеспечение стабильного воздухообмена в теплый период года, независимость работы системы от силы и направления ветра, исключение акустического загрязнения от вентиляционного оборудования. Таким образом, целью исследования является разработка канальной системы естественной вентиляции с тепловым побуждением, подходящей для применения в условиях российского климата для типовых жилых домов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для определения наиболее эффективного способа подогрева вентиляционного канала, а также выявления зависимости скорости вытяжного воздушного потока от расчетной разницы температур (между внутренним воздухом в помещении и условной температурой на стенке вентиляционного канала) было проведено математическое моделирование свободной конвекции в канальной системе естественной вентиляции последнего этажа жилого здания.

Рассматривается конвективное движение воздуха в канале системы естественной вентиляции, изготовленном из тонколистовой

стали. Движение воздуха происходит в ограниченной незамкнутой области Ω_1 с условной температурой на подогреваемых стенках t_k (Рис. 2). Нижняя часть канала является входным сечением Γ_1 , через которое внутренний воздух из помещения Ω_2 с температурой t_v и давлением P_v поступает в рассматриваемую область. Верхняя часть канала представляет собой выходное сечение Γ_2 , через которое вытяжной воздух с температурой t_u поступает в атмосферу Ω_3 .

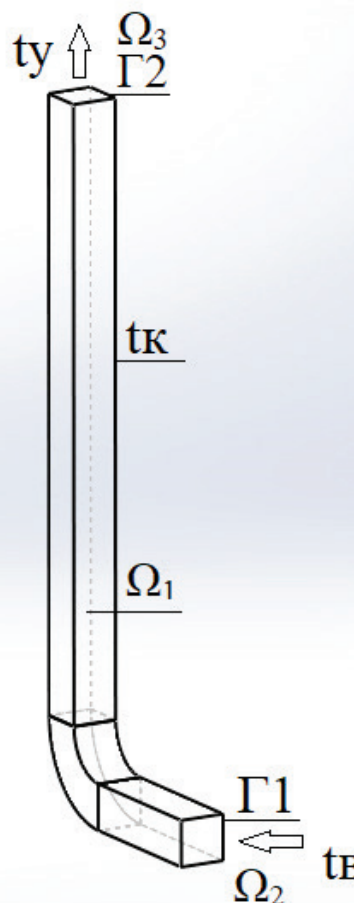


Рисунок 2 – Расчетная схема математической модели
Illustration 2 – Design diagram of the mathematical model

Месторасположение и величина площади нагрева в значительной степени определяют характер движения воздушных потоков [14]. В связи с тем, что эффективность работы систем естественной вентиляции зависит от равномерности распределения скоростей в канале, предлагается провести сравнительный анализ нескольких способов теплового побуждения: с нижним, горизонтальным, вертикальным и полным подогревом (Рис. 3).

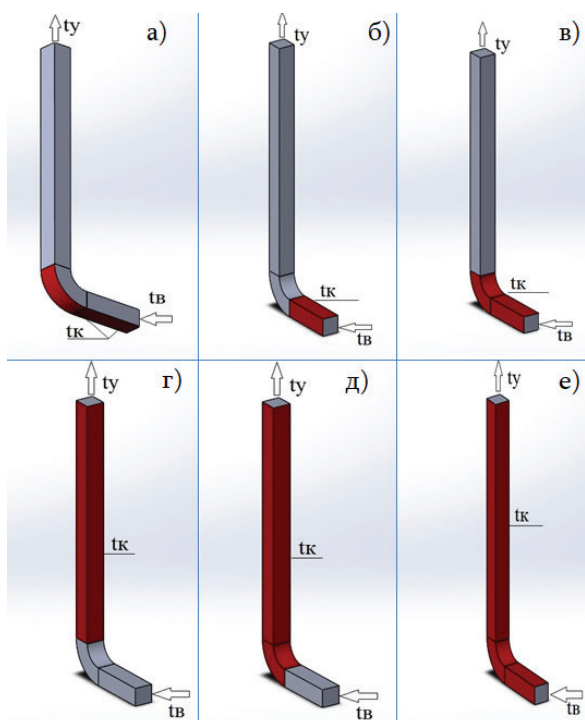


Рисунок 3 – Расчетные схемы нагрева вентиляционного канала:

- а) нижний нагрев (с отводом);
б) горизонтальный нагрев;
в) горизонтальный нагрев (с отводом);
г) вертикальный нагрев;
д) вертикальный нагрев (с отводом);
е) нагрев всего канала
- Illustration 3 – Design diagrams of the ventilation canal heating:
a) lower heating (with elbow); b) horizontal heating;
c) horizontal heating (with elbow);
d) vertical heating (with elbow); e) whole canal heating

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании проведенных расчетов свободной конвекции в условиях внутренней задачи с помощью решения уравнений Обербека-Буссинеска [15-20] были построены графики зависимости осевой скорости потока на входе в вентиляционный канал от расчетной разницы температур (Рис. 4).

Наиболее эффективным способом побуждения является нагрев всего вентиляционного канала, однако в связи с тем, что при монтаже системы длина горизонтального участка зависит от месторасположения вытяжной решетки и вентиляционной шахты, для унификации полученной схемы предлагается производить нагрев вертикальной части канала и отвода (Рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для валидации полученных результатов численного моделирования были проведены экспериментальные исследования. Экспериментальная модель представляет собой спутник вентиляционного канала, изготовленного из оцинкованной стали (Рис.6). Снаружи воздуховода с помощью спиральной прокладки с шагом 90мм закрепляется нагревательный резистивный кабель. Подключение кабеля к сети производится через терморегулятор, с помощью которого происходит регулирование расчетной разницы температур. Для контроля условной температуры на внутренней стенке вентиляционного канала используется температурный датчик.

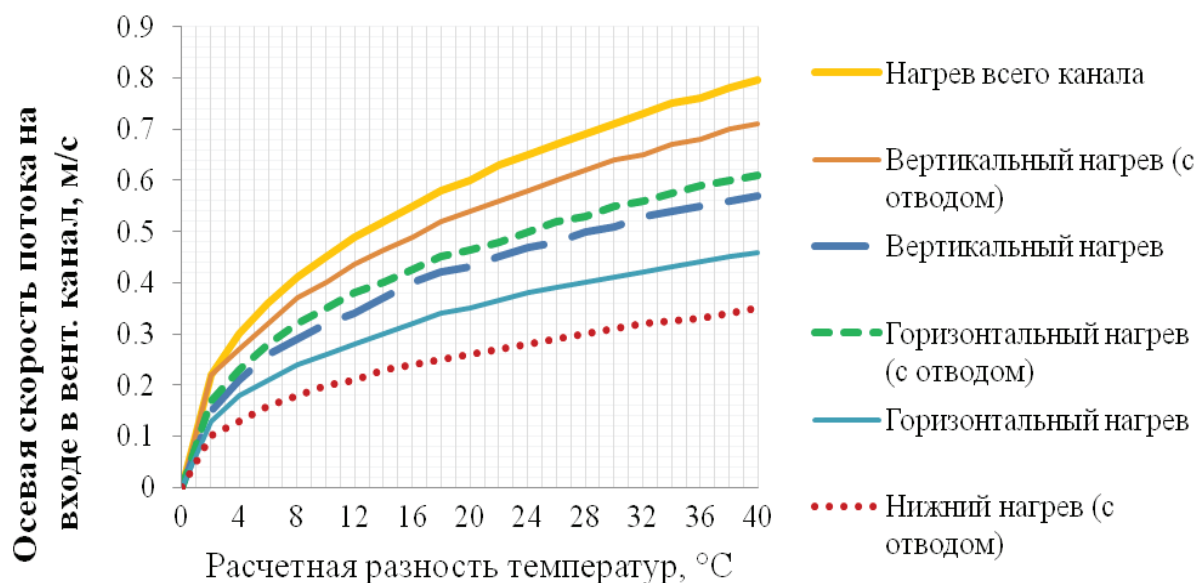


Рисунок 4 – Графики зависимости осевой скорости потока на входе в вентиляционный канал от расчетной разницы температур при различных способах нагрева

Illustration 4 – Axial exhaust velocity in terms of the temperature difference for various heating methods

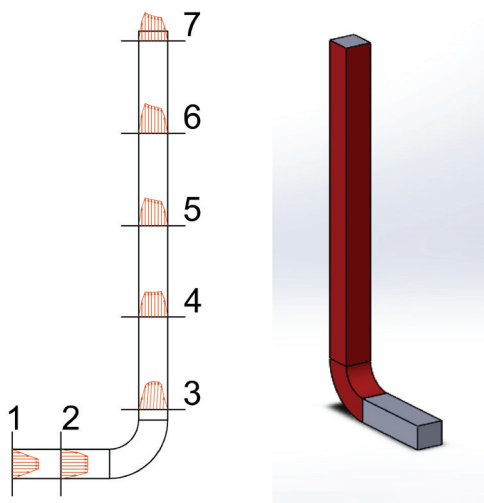


Рисунок 5 – Профили скоростей в расчетных сечениях для вентиляционного канала с вертикальным подогревом совместно с отводом
Illustration 5 – The velocity profiles in the calculated sections for the vertical duct with vertical heating (with elbow)

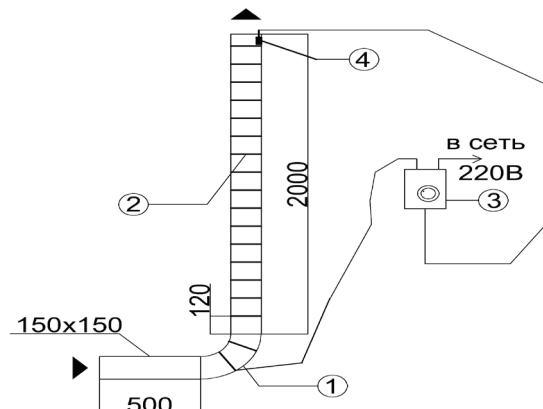


Рисунок 6 – Схема экспериментальной модели:
1 – вентиляционный канал; 2 – нагревательный резистивный кабель;
3 – электронный терморегулятор; 4 – датчик температуры
Illustration 6 – Experimental model scheme:
1 – ventilation canal; 2 – heating resistive cable;
3 – electrical thermoregulator; 4 – temperature sensor

Измерения осевой скорости на входе в вентиляционный канал проводились с помощью многофункционального прибора Testo AG 435-4, оборудованного зондом с обогреваемой струной со встроенным сенсором температуры и влажности на телескопической рукоятке. На момент измерений температура внутреннего воздуха в помещении составляла 20 °С.

Графики показывают достаточно высокую сходимость результатов численного моделирования и экспериментальных исследований (невязка составила менее 5%). Увеличение отклонения полученных экспериментальных

значений наблюдается при расчетной разности температур выше 25 °С, что связано со сложностью равномерного прогрева вентиляционного канала до высоких температур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существующие системы вентиляции с тепловым побуждением обладают рядом недостатков, которые являются препятствием к их применению в многоэтажных жилых домах в странах с холодным климатом. В результате проведенного математического моделирования, было выявлено, что наиболее эф-

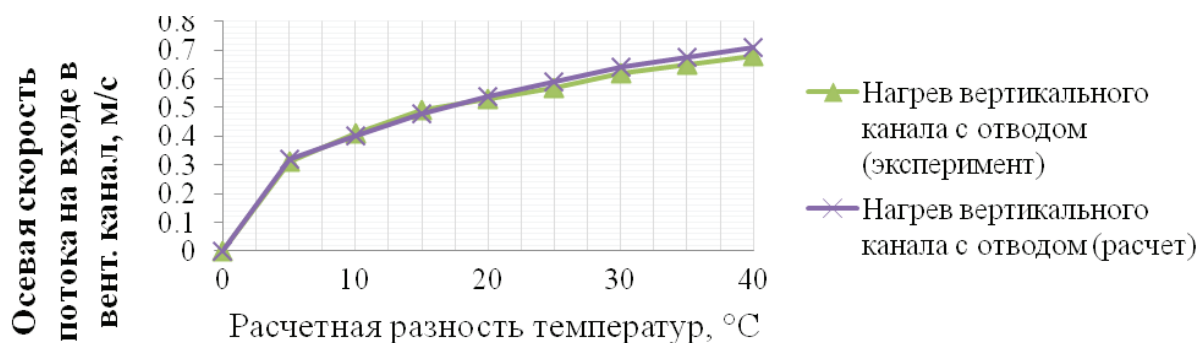


Рисунок 7 – Графики осевой скорости на входе в вентиляционный канал, полученные при проведении численного моделирования и эксперимента
Illustration 7 – Axial exhaust velocity obtained during numerical simulation and experiment

фективным и удобным в монтаже методом побуждения является вертикальный нагрев вентиляционного канала совместно с отводом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Харитонов В.П. Естественная вентиляция с побуждением // АВОК. 2006. № 3. С. 46 – 55.
2. Engel P.VD., Kemperman R., Doolaard H. Natural and hybrid ventilation principles based on buoyancy, sun and wind / P. VD. Engel, R. Kemperman, H. Doolaard // REHVA Journal 2012. №4. pp. 25 – 32.
3. Цаканян О.С., Голощапов В. Н., Кравченко О. В. Свободно-конвективное движение среды в вертикально расположенном канале с дискретными источниками теплоты // Проблемы машиностроения. 2013. Т. 16. № 2. С. 19 – 29.
4. Рымаров А.Г., Абрамкина Д.В. Системы естественной вентиляции с тепловым побуждением // Научное обозрение. 2016. № 9. С. 43 – 46.
5. Wang L., Li N. Valuation of buoyancy-driven ventilation in respect of energy utilization // Energy and Buildings, 2010, Vol. 42, no 2, pp. 221 – 229.
6. Bansal N.K. Solar chimney for enhanced stack ventilation // Building and environment, 1993, Vol. 28, no 3, pp. 373 – 377.
7. Bansal N.K. A study of solar chimney assisted wind tower system for natural ventilation in buildings // Building and Environment, 1994, Vol.29, no 4. pp. 495 – 500.
8. Hirunlabh J. New configurations of a roof solar collector maximizing natural ventilation // Building and Environment. 2001. Vol. 36. no 3. pp. 383 – 391.
9. Lal S. Solar chimney: a sustainable approach for ventilation and building space conditioning // International Journal of Development and Sustainability, 2013, Vol. 2, no 1, pp. 277 – 279.
10. Mehani I., Settou N. Passive Cooling of Building by using Solar Chimney // World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering, 2012, Vol. 6, no 9, pp. 735 – 736.
11. Gan G. A numerical study of solar chimney for natural ventilation of buildings with heat recovery // Applied Thermal Engineering, 1998, Vol. 18, no 12, pp. 1171 – 1187.
12. Белова Е.М. Здание биоклиматической архитектуры – «Городские ворота Дюссельдорфа» // АВОК. 2006. № 3. С. 20-29.
13. Kleiven T. Natural ventilation in buildings: architectural concepts, consequences and possibilities: PhD thesis / Tommy Kleiven – Norwegian University of Science and Technology, 2003. 305 p.
14. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М., Непомнящий А.А. Устойчивость конвективных течений. М. : Наука (Гл. ред. физ.-мат. лит.), 1989. 320 с.
15. Остроумов Г.А. Свободная конвекция в условиях внутренней задачи. М. – Л. : ГИТТЛ, 1952. 286 с.
16. Труфанова Н.М., Навалихина Е.Ю., Марковский М.В. Математическое моделирование нестационарных процессов тепломассопереноса в прямоугольном кабельном канале // ВЕСТНИК ПНИПУ. 2014. № 11. С. 55 – 66.
17. Obula Reddy Kummitha, Pandey K.M. Experimental and numerical analysis of forced convection heat transfer in turbulent flows / Obula Reddy Kummitha, K.M. Pandey // Procedia Engineering – 2015. - №127. – p. 711-718.
18. Машенков А.Н., Косолапов Е.А. О методах численного решения двумерных уравнений Буссинеска для свободной конвекции. // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 292 – 296.
19. Кузнецов Г.В., Максимов В.И., Шеремет М.А. Естественная конвекция в замкнутом параллелепипеде при наличии локального источника энергии // Прикладная механика и техническая физика. 2013. Т. 54 № 4. С. 86 – 95.
20. Варапаев В.Н. Математическое моделирование комбинированного теплообмена при естественной конвекции воздуха в незамкнутых областях // Вестник МГСУ. 2010. № 1. С. 248 – 254 .

THE PECULIARITIES OF THERMAL INDUCEMENT VENTILATION SYSTEMS

D.V. Abramkina

ANNOTATION

Introduction. For increasing the efficiency of natural ventilation systems, it is possible to use the thermal incentives - additional heating of the exhaust ventilation duct, which allows to expand temperature difference between ambient and exhaust air and to increase the circulation effect. This method enables stable air exchange in hot period, independently of the wind direction force. However, existing systems have several limitations of application in the high-rise apartment building in countries with a cold climate. The aim of the study is to develop a thermal inducement ventilation systems, suitable for typical residential apartment buildings in russian climate.

Results. The article theoretically proves the disadvantages of existing thermal inducement ventilation systems. The article also presents the results of numerical modeling of natural convection currents in the high-rise apartment building. The dependence of outlet velocity on temperature difference for various heating methods is proved on the basis of the research.

Conclusion. The results of the research illustrate the high level of the heating area location influence on free convection currents in vent duct.

KEYWORDS: thermal inducement, natural ventilation, air circulation, natural convection, convection streams.

REFERENCES

1. Kharitonov V.P. Estestvennaya ventilyatsiya s pobuzhdeniem [Natural ventilation with motivation]. AVOK, 2006, no 3, pp. 46 – 55.
2. Engel P.V.D., Kemperman R., Doolaard H. Natural and hybrid ventilation principles based on buoyancy, sun and wind / P. V.D. Engel, R. Kemperman, H. Doolaard // REHVA Journal – 2012. - №4. – pp. 25-32.
3. Tsakanyan O.S., Goloshchapov V.N., Kravchenko O.V. Svobodno-konvektivnoe dvizhenie sredy v vertikal'no raspolzhenom kanale s diskretnymi istochnikami teploty [Free-convective motion of the medium in a vertically located channel with discrete heat sources]. Problemy mashinostroeniya, 2013, Vol.16, no 2, pp. 19 – 29.
4. Rymarov A.G., Abramkina D.V. Sistemy estestvennoi ventilyatsii s teplovym pobuzhdeniem [Natural ventilation systems with thermal motivation]. Nauchnoe obozrenie, 2016, no 9, pp. 43 – 46.
5. Wang L., Li N. Valuation of buoyancy-driven ventilation in respect of energy utilization // Energy and Buildings. – 2010. – Vol. 42. – No. 2. – pp. 221–229.
6. Bansal N.K. Solar chimney for enhanced stack ventilation / N.K. Bansal, R. Mathur, M. Bhandari // Building and environment – 1993. – Vol. 28. - № 3. – pp. 373-377.
7. Bansal N.K. A study of solar chimney assisted wind tower system for natural ventilation in buildings // Building and Environment – 1994. – Vol.29. - №4. – pp. 495-500.
8. Hirunlabh J. New configurations of a roof solar collector maximizing natural ventilation / J. Hirunlabh // Building and Environment – 2001. - Vol. 36. - №. 3. - pp. 383-391.
9. Lal S. Solar chimney: a sustainable approach for ventilation and building space conditioning / S. Lal, S.C. Kaushik, P.K. Bhargav // International Journal of Development and Sustainability – 2013. – Vol.2. - № 1. – pp. 277-279
10. Mehani I., Settou N. Passive Cooling of Building by using Solar Chimney // World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering. – 2012. – Vol. 6. – No. 9. – pp. 735–736.
11. Gan G. A numerical study of solar chimney for natural ventilation of buildings with heat recovery // Applied Thermal Engineering. – 1998. – Vol. 18. – No. 12. – pp. 1171–1187.
12. Belova E.M. Zdanie bioklimaticheskoi arkhitektury – «Gorodskie vorota Dyussel'dorfa» [Building of bioclimatic architecture - «City gate of Dusseldorf»]. AVOK, 2006, no 3, pp. 20 – 29.
13. Kleiven T. Natural ventilation in buildings: architectural concepts, consequences and possibilities: PhD thesis / Tommy Kleiven – Norwegian University of Science and Technology, 2003. – 305 p.
14. Gershuni G.Z., Zhukhovitskii E.M., Nepomnyashchii A.A. Ustoichivost' konvektivnykh techenii [Stability of convective currents]. Nepomnyashchii, Moscow, Nauka, 1989. 320 p.
15. Ostroumov G.A. Svobodnaya konveksiya v usloviyakh vnutrennei zadachi [Free convection under internal conditions] / G.A. Ostroumov. – M.-L.: GITTL, 1952. – 286 p.
16. Trufanova N.M., Navalikhina E.Yu., Markovskii M.V. Matematicheskoe modelirovanie nestatsionarnykh protsessov teplomassoperenosa v pryamougol'nom kabel'nom kanale. [Mathematical modeling of non-stationary processes of heat and mass transfer in a rectangular cable channel]. VESTNIK PNIPU, 2014, no 11, pp. 55 – 66.
17. Obula Reddy Kummitha, Pandey K.M. Experimental and numerical analysis of forced convection heat transfer in turbulent flows / Obula Reddy Kummitha, K.M. Pandey // Procedia Engineering – 2015. - №127. – pp. 711-718.
18. Mashenkov A.N., Kosolapov E.A. O metodakh chislennogo resheniya dvumernykh uravnenii Bussineska dlya svobodnoi konveksii. [Methods for the numerical solution of the two-dimensional Boussinesq equations for free convection]. Academia, Arkhitektura i stroitel'stvo, 2010, no 3, pp. 292 – 296.
19. Kuznetsov G.V., Maksimov V.I., Sheremet M.A. Estestvennaya konveksiya v zamknutom parallelepipedе pri nalichii lokal'nogo istochnika energii. [Natural convection in a closed parallelepiped in the presence of a local energy source]. Prikladnaya mekhanika i tekhnicheskaya fizika, 2013, Vol. 54, no 4. pp. 86 – 95.
20. Varapaev V.N. Matematicheskoe modelirovanie kombinirovannogo teploobmena pri estestvennoi konveksii vozdukhа v nezamknutykh oblastyakh [Mathematical modeling of combined heat transfer in natural convection of air in nonclosed areas]. Vestnik MGSU, 2010, no 1, pp. 248 – 254.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Абрамкина Дарья Викторовна (г. Москва, Россия) – аспирант, ResearcherID: V-5307-2017, ассистент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ) (129337, Ярославское шоссе, д. 26, тел.: +7 (499) 188-36-07, e-mail: dabramkina@ya.ru).

Abramkina Darya Viktorovna (Moscow, Russia) – PhD student, ResearcherID: V-5307-2017, Lecturer, Department of Ventilation and Heat and Gas Supply, University of civil engineering (NRU MGSU) 129337, 26, Yaroslavl'skoe shosse, Russia, Moscow, e-mail: dabramkina@ya.ru).

УДК 624.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПОДЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ С НИЖНЕЙ СВОДЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

А.А. Комлев, С.А. Макеев, Ю.В. Краснощеков
ФГБОУ ВО «СиБАДИ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены варианты применения профилированного настила в качестве несъемной опалубки в монолитных и сборно-монолитных конструкциях перекрытий. Описаны

преимущества и недостатки. Предложен способ их совершенствования, в результате которого получена новая конструкция перекрытия с нижней сводчатой поверхностью.

В конструкциях перекрытий с нижней сводчатой поверхностью в максимальной степени реализовано влияние распорных усилий, для которых ранее была получена методика расчета.

Приведены экспериментальные исследования работы фрагментов перекрытий малозаглубленных подземных пешеходных переходов с нижней сводчатой поверхностью. Рассмотрены испытательные схемы, соответствующие работе перекрытий с нижней сводчатой поверхностью в различных конструктивных системах. Определены значения распоров в арочных фрагментах перекрытий от равномерно распределенных и сосредоточенных нагрузок. Проведено сопоставление опытных и теоретических значений распоров, полученных по предложенной ранее методике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подземные пешеходные переходы, монолитное перекрытие, сборно-монолитное перекрытие, несъемная опалубка, арочный профилированный настил, распорное взаимодействие элементов, опытные изделия, арочные фрагменты.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день существует тенденция по расширению применения монолитных и сборно-монолитных конструкций перекрытий и покрытий, изготовленных на несъемной опалубке из профилированного настила. Проводятся как теоретические, так и экспериментальные исследования [1, 2, 3, 4, 5].

В них профилированный настил используется в качестве несъемной опалубки при изготовлении, а также после твердения бетона в качестве несущей арматуры.

Такие конструкции имеют существенные преимущества по сравнению с традиционно возводимыми, поскольку снижаются трудозатраты на их возведение в 1,5 – 1,8 раза и тем самым сокращается время на их возведение [6, 7].

В основном применяется профнастил по [8], однако в последнее время большое внимание уделяется профилированным настилам со специальными рифами. Суть их такова, что после твердения бетона, попавшего в них, получают шпоночные соединения по всей длине листа [9, 10, 11].

В России освоен выпуск настила с выштампованными анкерующими рифами марок Н80А-674-0,9, Н80А-674-1,0 [12]. Однако двух типов профлиста недостаточно для рационального использования при большом диапазоне нагрузок и пролетов. Поэтому разрабатываются новые марки профилированных листов с анкерующими рифами [13, 14].

Все эти конструкции являются плоскими, где до половины растянутого бетона не участвует в расчете на прочность. Основной его задачей является сцепление профилированного настила со сжатой зоной. Таким образом, бетон растянутой зоны является некой буферной зоной, в которой если избавиться, то

можно получить эффект не только в скорости возведения, но и экономии бетона.

В [15] была предложена конструкция перекрытия подземного перехода с нижней сводчатой поверхностью, где в качестве несъемной опалубки применяется профилированный настил арочной формы, из-за которой в перекрытии возникают продольные сжимающие усилия (распоры). Учет этих усилий в разных случаях позволяет получить сжатие практически по всей высоте. Таким образом, в конструкции будут отсутствовать зоны, не влияющие на прочность. Поэтому учет этих сил является важной задачей при проектировании перекрытий подземных переходов.

В конструкциях перекрытий с нижней сводчатой поверхностью влияние распорных усилий реализовано в максимальной степени, поэтому они требуют детального исследования.

В [16] была предложена методика для вычисления распора в перекрытиях с нижней сводчатой поверхностью и выполнены расчеты для тестовых задач, однако не были проведены экспериментальные работы, подтверждающие ее достоверность. Целью данной работы стала проверка перекрытий с нижней сводчатой поверхностью в различных конструктивных системах, а также экспериментальное определение распорных усилий от равномерно распределенной и других нагрузок, и сравнение их с теоретическими значениями.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исследования монолитных и сборно-монолитных перекрытий малозаглубленных подземных пешеходных переходов с нижней сводчатой поверхностью площадью 12-20 м² сопряжено со значительными трудностями. Испытание больших панелей требует соору-

жения громоздкой установки, большого количества приборов, материалов и занимает много времени, поскольку необходимы неоднократные повторения эксперимента. Поэтому было решено проводить исследования на арочных фрагментах шириной $B = 300$ мм.

Для проведения экспериментальных исследований предусмотрены испытательные схемы, для каждой из которых было изготовлено несколько образцов. Испытательные схемы соответствуют поставленным задачам эксперимента.

1 – проверка прочности и жесткости арочных фрагментов перекрытий из монолитного бетона (рис. 1).

Арочный фрагмент имеет шарнирные опоры. Для восприятия распора, возникающего в перекрытии, были установлены затяжки. В связи с невозможностью установки затяжек в уровне опор они были установлены на уровне s от опоры.

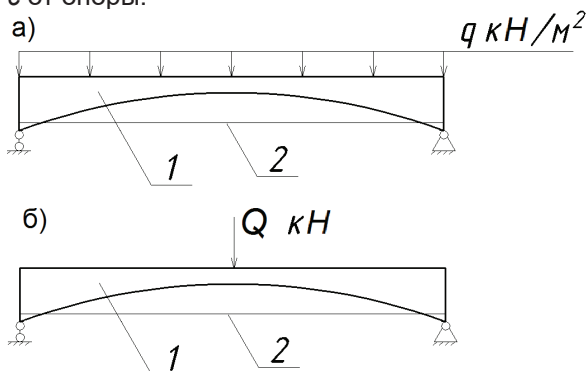


Рисунок 1 – Испытательная схема арочного фрагмента перекрытия:

- а) на распределенную нагрузку;
б) сосредоточенную нагрузку в середине пролета;
1 – испытуемый образец; 2 – затяжка
Illustration 1 – Test scheme of arch overlap:
on the distributed load;
concentrated load in the middle of the span;
1 – test sample; 2 – tightening

Для проведения испытаний по вышеперечисленным схемам были изготовлены фрагменты перекрытий в натуральную величину (рис. 2). Они представляют собой фрагменты перекрытий из монолитного бетона класса В20 [17] без армирования пролетом $L = 3\,500$ мм, отношение $f/L = 1/25$. В качестве заполнителя использовался щебень крупности не более 20 мм [18]. Нижняя сводчатая поверхность образована из арочного профилированного настила марки НС21-1000-1 [19]. Было изготовлено три фрагмента перекрытия.

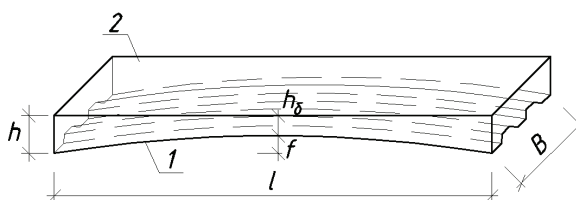


Рисунок 2 – Опытное изделие:

- 1 – нижняя сводчатая поверхность, образованная аркой из профнастила;
2 – бетон, h – высота перекрытия, h_b – высота бетона в замке арочного фрагмента
Illustration 2 – Expert product:
1 – The lower vaulted surface formed by an arch of profiled sheeting;
2 – concrete, h – construction height, h_b – concrete height in the arch fragment

Для контроля прочности бетона изготовлены в стандартных формах кубы с размерами сторон 100 мм. Твердение бетона плит и кубов происходило в одинаковых условиях. Также прочность бетона контролировалась ультразвуковым измерительным прибором «Пульсар».

Перед проведением испытаний фрагменты перекрытий с нижней сводчатой поверхностью были тщательно исследованы на наличие дефектов: трещин – сколов, замерены их геометрические характеристики. Затяжки выполнены из двух стержней арматуры $\varnothing 10$ А400, установленными на уровне 30 мм от опор опытных образцов.

Деформации моделей измерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 и 0,001 мм. Напряжения в затяжках измерялись тензometрами на основе индикаторов часового типа с ценой деления 0,001 мм (рис. 3). Загружение производили бетонными блоками со средним весом 180 Н.

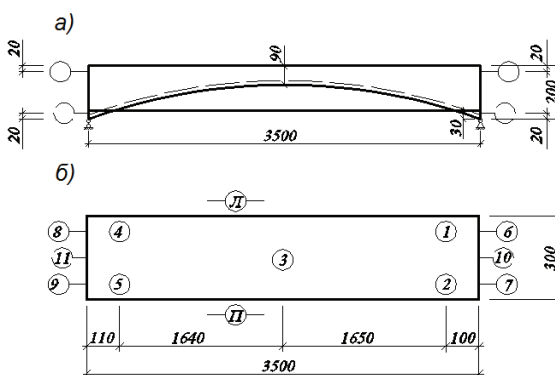


Рисунок 3 – Места установки индикаторов в опытных образцах:

- а) вид сбоку; б) вид сверху
Illustration 3 – Installation of indicators in prototypes:
a) side view; b) view from above

Проведены испытания трех фрагментов перекрытий с нижней сводчатой поверхностью на действие равномерно распределенной нагрузки.

Арочные фрагменты перекрытий не были доведены до разрушения. Расчетные моменты от нагрузки составили $M \approx 0,5 M_u$, где M_u - несущая способность сечения в середине элемента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты сравнения экспериментальных, полученных на основе анализа напряжений в затяжках, и теоретических значений, рассчитанных по методике, приведенной в [16], сил распора H на различных уровнях загрузений в опытных образцах представлены в табл. 1 и на рис. 4.

В результате сравнения значений распора, полученных в ходе эксперимента, и теоретических расчетов, выполненных по [16] выявлено, что расхождение теоретических и экспериментальных значений распоров от равномерно распределенной нагрузки составляют не более 13 %.

Проведены испытания двух фрагментов перекрытий с нижней сводчатой поверхностью на действие сосредоточенной нагрузки в середине пролета.

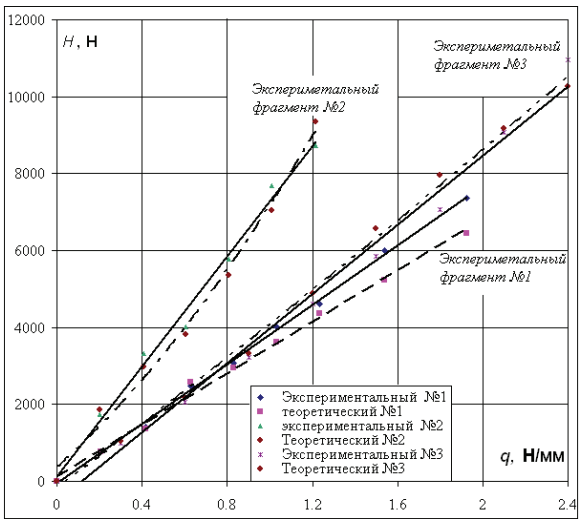


Рисунок 4 – Зависимость значений распора от равномерно распределенной нагрузки
Illustration 4 – Dependence of the distance values from the uniformly distributed load

В результате испытаний при нагрузке $Q = 2480$ Н произошло разрушение с образованием трещины в середине пролета. Момент от нагрузки составил $M \approx 0,97 M_u$.

Результаты сравнения экспериментальных и теоретических значений сил распора H на различных уровнях загрузений в опытных образцах представлены в таблице 2.

Таблица 1
РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛ РАСПОРА
В АРОЧНЫХ ФРАГМЕНТАХ ПЕРЕКРЫТИЙ ОТ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ
Table 1
COMPARISON RESULTS OF EXPERIMENTAL AND THEORETICAL VALUES OF FORCES
IN THE ARCH FRAGMENTS OF OVERLAPPING FROM THE DISTRIBUTED LOAD

Арочный фрагмент №1				Арочный фрагмент №2				Арочный фрагмент №3			
q , Н/мм	H_T , Н	$H_{\text{э}}$, Н	%	q , Н/мм	H_T , Н	$H_{\text{э}}$, Н	%	q , Н/мм	H_T , Н	$H_{\text{э}}$, Н	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,205	841,3	769,3	8,6	0,203	1973,8	1744,9	11,6	0,3	1047,4	989,1	5,5
0,417	1468,6	1401,2	4,5	0,406	3162,8	3323,6	4,8	0,6	2173,5	2060,6	5,2
0,626	2779,8	2472,7	11,0	0,606	4059,7	4021,5	1,0	0,9	3331,1	3214,6	3,5
0,828	3195,0	3077,2	3,4	0,808	5675,9	5766,4	1,5	1,2	4882,0	4615,8	5,4
1,031	3899,4	4011,3	2,8	1,011	7469,5	7688,6	2,8	1,5	6574,5	5852,2	11,0
1,234	4705,0	4615,8	1,9	1,214	9945,3	8735,5	12,2	1,8	7968,1	7070,9	11,3
1,540	5659,5	5989,5	5,5					2,1	9172,8	9066,7	1,2
1,925	6985,9	7363,3	5,1					2,4	10260,6	10962,5	6,3

здесь q – значение равномерно распределенной нагрузки (Н/мм); H_T – теоретическое значение распора (Н); $H_{\text{э}}$ – экспериментальное значение распора (Н).

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате сравнения значений распора, полученных в ходе эксперимента, и теоретических расчетов, выполненных по [16], выявлено, что расхождение теоретических и экспериментальных значений распоров от сосредоточенной нагрузки в середине пролета составляет в среднем 30 %. Таким образом, при расчете распора по [16] следует вводить понижающие коэффициенты.

2 – проверка прочности и жесткости перекрытия с верхним продольным армированием (Рис. 5, а).

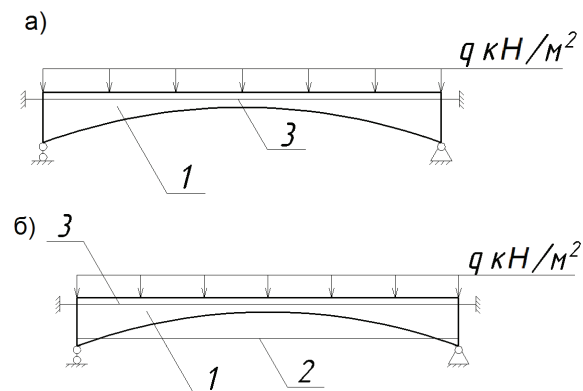


Рисунок 5 – Испытательная схема арочного фрагмента перекрытия:

а) с раскреплением сверху; б) по комбинированной схеме;

1 – испытуемый образец; 2 – затяжка; 3 – продольная арматура

Illustration 5 – Test scheme of arch overlap: with detachment on top; b) by combined scheme; 1 – test sample; 2 – tightening; 3 – longitudinal reinforcement

Арочный фрагмент шарнирно оперт. Для моделирования неразрезности схемы из бетона предусмотрены выпуски арматуры, которые жестко закреплены к специальной раме (рис. 6).

3 – испытание арочных фрагментов с верхним продольным армированием и установленной затяжкой (рис. 5, б).

Арочный фрагмент шарнирно оперт. Для моделирования неразрезности предусмотрены арматурные выпуски из бетона, которые жестко крепятся по концам к специальной раме.

Для восприятия распора, возникающего в перекрытии, были установлены затяжки. В связи с невозможностью установки затяжек в уровне опор они были установлены на уровне С от опоры.

Для проведения испытаний по вышеперечисленным схемам были изготовлены арочные фрагменты перекрытий в натуральную величину, которые представляют собой фрагменты перекрытий из монолитного бетона класса В20 [17] с продольным армированием из стержневой арматуры 2Ø10 А400 $A_{сфакт} = 157 \text{ мм}^2$ [20] пролетом $L = 3500 \text{ мм}$, отношение $f/L = 1/25$. В качестве заполнителя использовался щебень крупности не более 20 мм [18]. Нижняя сводчатая поверхность выполнена из арочного профилированного настила марки НС21-1000-1 [19].

Для реализации жесткого крепления выпусков арматуры и устройства затяжек изготовлена металлическая рама со съемными замками (рис.6).

Таблица 2
РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛ РАСПОРА В АРОЧНЫХ ФРАГМЕНТАХ ПЕРЕКРЫТИЙ ОТ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ СИЛЫ В СЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА

Table 2
COMPARISON RESULTS OF EXPERIMENTAL AND THEORETICAL VALUES OF FORCES IN THE ARCH FRAGMENTS OF OVERLAPPING FROM THE CONTEXTED FORCE IN THE MIDDLE OF THE ARCH

Арочный фрагмент №4				Арочный фрагмент №5			
Q, Н	H_T , Н	$H_э$, Н	%	Q, Н	H_T , Н	$H_э$, Н	%
0	0	0	0	0	0	0	0
360	1596,8	1133,6	29,01	350	1349	989,1	26,6
710	2973,9	2433,1	18,18	700	2962	1978,2	33,3
1060	4739,5	3091,7	34,77	1050	4125	2967,3	28,0
1410	6908,9	4082,8	40,91	1390	5298	3873,9	26,9
1770	7588,9	5398,9	28,86				
2130	9032	6390	29,25				

Примечание. Q – значение сосредоточенной нагрузки (Н/мм); H_T – теоретическое значение распора (Н); $H_э$ – экспериментальное значение распора (Н).

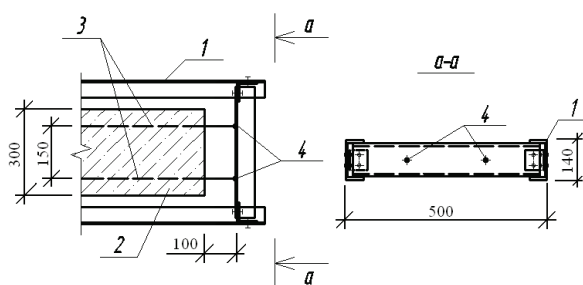


Рисунок 6 – Жесткое крепление выпусков арматуры по концам:
1 – опытный фрагмент перекрытия; 2 – испытуемый образец;
3 – арматура; 4 – съемные замки
Illustration 6 – Rigid fixing of reinforcement releases at the ends:
1 – experimental fragment of overlap; 2 – test sample;
3 – armature; 4 – removable locks

Проведены испытания фрагмента перекрытия с нижней сводчатой поверхностью с верхним продольным армированием (рис. 5, а). Экспериментальные данные свидетельствуют, что перекрытия с нижней сводчатой поверхностью имеют крайне низкую несущую способность при применении их в безраспорных конструктивных системах, поскольку уже при нагрузке, равной 0,308 Н/мм, в балке образовалась трещина в трети пролета шириной 0,5 мм. А при нагрузке 0,580 Н/мм произошло разрушение модели с образованием трещины в замке арочного фрагмента.

Также проведены испытания модели перекрытия с нижней сводчатой поверхностью с верхним продольным армированием и установленной затяжкой на действие равномерно распределенной нагрузки (рис. 5, б). На фрагмент перекрытия прикладывалась нагрузка ступенями в среднем по 0,303 Н/мм до достижения нагрузки в 2,406 Н/мм (рис. 7). Экспериментальная проверка комбинированной схемы выявила ее высокую несущую способность, поскольку при достижении расчетной нагрузки максимальное значение прогиба составило не более 30% от предельного значения. Образование трещин в опытном образце не произошло.



Рисунок 7 – Схема раскладки бетонных блоков
Illustration 7 – Layout of concrete blocks

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распорные усилия в железобетонных фрагментах перекрытий арочной формы увеличиваются при увеличении пролета l , расстояния s и уменьшаются при увеличении стрелы подъема арки f и общей высоты h .

В результате сравнения экспериментальных и теоретических значений распора от равномерно-распределенной нагрузки, полученных по методике, приведенной в [16], установлено, что максимальное расхождение составляет не более 13%.

Экспериментальные данные свидетельствуют о крайне низкой несущей способности перекрытий с нижней сводчатой поверхностью в безраспорных конструктивных системах, поскольку разрушение наступило на первых этапах нагружения.

Разрушение перекрытия с нижней сводчатой поверхностью без опорного армирования наступает в результате разрушения бетона (появления трещины) в замке арочного фрагмента. Разрушение перекрытия с верхним армированием сопровождается появлением пластической связи в замке арочного фрагмента при несущей способности M_u и последующей текучести продольной арматуры в зоне отрицательных моментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкции на крупномасштабных моделях // Известия КазГАСУ. 2008. № 2(10). С. 47 – 52.
2. Замалиев Ф.С., Сагитов Р.А., Хайрутдинов Ш.Н. Испытания фрагмента сталежелезобетонного перекрытия на статические нагрузки // Известия КазГАСУ. 2010. № 1(13). С. 102 – 105
3. Матар П.Ю., Баркая Т.Р., Бровкин А.В. Исследование работы железобетонных плит со стальным профилированным настилом // Бетон и железобетон. 2010. №5.
4. Мальганов А.И., Плевков В.С., Нежувака О.А. Экспериментальные исследования керамзитобетонных плит перекрытий и покрытий с комбинированным армированием стальным профилированным листом и гибкой арматурой // Научные труды общества железобетонщиков Сибири и Урала. Новосибирск. 2009. вып.5.
5. Аншин Л.З. Сталебетонные конструкции перекрытий и покрытий гражданских зданий // Промышленное строительство. 1979. №5. С. 14 – 15.
6. Клименко Ф.Е. Сталебетонные конструкции с внешним полосовым армированием / Киев : Будивельник, 1984. 85 с.
7. Додонов М.И. Сборно-монолитное перекрытие со стальным профилированным настилом // Бетон и железобетон. 1988. №4. С. 7 – 9.
8. ГОСТ 24045-2016 Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия.
9. Васильев А.П., Горшкова В.М., Лазовский Д.Н. Работа профилированного настила в наклонном сечении моно-

литных плит перекрытий при тяжелых нагрузках // Бетон и железобетон. 1990. № 1. С.20-21.

10. Васильев А.П., Голосов В.Н. Состояние и перспективы развития конструкций с внешним армированием // Бетон и железобетон. 1981. № 3. С.23-24.

11. Abbas H.S., Bakar S.A., Ahmadi M., Haron Z. : Experimental studies on corrugated steel-concrete composite slab [Experimental studies on corrugated steel-concrete composite slab], GRADEVINAR 67 (2015) 3, pp. 225 – 233, doi: 10.14256/JCE.1112.2014.

12. ТУ 67-452-82. Профили стальные гнутые с трапециевидными гофрами и рифами. Челябинск : ЧЗПСН, 1982. 30 с.

13. Айрумян Э.Л., Елисеев Н.Ю. Новые типы стальных профилированных настилов для покрытий и перекрытий зданий // Стройпрофиль. 2006. №2.

14. Айрумян Э.Л., Румянцев А.А. Армирование монолитной железобетонной плиты перекрытия стальным профилированным настилом // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 4. С. 25 – 27.

15. Комлев А.А., Макеев С.А., Краснощеков Ю.В. Ис-

пользование сборно-монолитных перекрытий с нижней сводчатой поверхностью в малозаглубленных подземных пешеходных переходах // Вестник СибАДИ. № 4-6(56-57), 2017. С.85 – 91.

16. Комлев А.А. Определение распорных усилий в перекрытиях с нижней сводчатой поверхностью методом конечных разностей // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России: материалы международной 66-й научно-практической конференции. Омск : СибАДИ, 2012. С.223 – 226.

17. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.

18. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

19. ТУ 1122-002-44880798-01 Профиль стальной холодногнутый листовой с трапециевидной формой гофра С 21-1000. Технические условия.

20. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF MONOLITHIC SLABS OF UNDERGROUND PASSAGES WITH THE LOWER VAULTED SURFACE

A.A. Komlev, S.A. Makeev, Y.V. Krasnoshchekov

ANNOTATION

The article considers the variants of profiled sheeting application as permanent formwork in monolithic and precast-monolithic designs of overlappings. Their advantages and disadvantages are described. The proposed method of improvement is presented, the results of which is a new structure overlapping with the lower vaulted surface.

The influence of the spacer efforts, which were previously obtained by the method of calculation is realized in the structure of floors with the lower vaulted surface.

The research presents experimental studies of the fragments overlap slightly deepened underground pedestrian crossings with the lower vaulted surface. The test circuit corresponding to the overlap with the lower vaulted surface in different structural systems is reviewed. The values of thrust, in arched fragments of the slab from uniformly distributed and concentrated loads. The comparison of experienced and theoretical values of thrust obtained by previously proposed methods is made.

KEYWORDS: *underground pedestrian crossings, monolithic slabs, precast slab, permanent formwork, arched profiled sheeting, the spacer element interaction, experimental models, arch fragments.*

REFERENCES

1. Zamaliev F.S., Shajmardanov R.I. Jeksperimental'nye issledovaniya stalezhelezobetonnyh konstrukcii na krupnomasshtabnyh modeljah [Experimental study of a steel-concrete – tion of the design on large-scale models]. Izvestija KazGASU, 2008, no 2(10), pp. 47 – 52.

2. Zamaliev F.S., Sagitov R.A., Hajrutdinov Sh.N. Ispytaniya fragmenta stalezhelezobetonного perekrytija na staticheskie nagruzki [Test fragment talilisoo – ton ceiling on the static load]. Izvestija KazGASU, 2010, no 1(13), pp. 102 – 105.

3. Matar P.Ju., Barkaja T.R., Brovkin A.V. Issledovanie raboty zhelezobetonnyh plit so stal'nyh profilirovannyh nastilom [The study of reinforced concrete slabs with profiled steel decking]. Beton i zhelezobeton, 2010, no 5.

4. Mal'ganov A.I., Plevkov V.S., Nezhuva O.A. Jeksperimental'nye issledovaniya keramzitobetonnyh plit perekrytij i pokrytij s kombinirovannyh armirovanijem stal'nyh profilirovannyh listom i gibkoj armaturoj [Experimental study

of lightweight aggregate concrete floor slabs and coatings with hybrid reinforcement, steel profiled sheet, and a flexible valve]. Novosibirsk, 2009, no 5.

5. Anshin L.Z. Stalebetonnye konstrukcii perekrytij i pokrytij grazhdanskih zdaniij [Reinforced concrete design of overlappings and coverings of civil buildings]. Promyshlennoe stroitel'stvo, 1979, no 5. pp.14 – 15.

6. Klimenko F.E. Stalebetonnye konstrukcii s vneshnim polosovym armirovanijem [Reinforced concrete construction with external reinforcement strip]. Kiev, Budivel'nik, 1984, 85 p.

7. Dodonov M.I. Sbornomono-litnoe perekrytie so stal'nyh profilirovannyh nastilom [Precast-monolithic slabs with profiled steel decking]. Beton i zhelezobeton, 1988, no 4, pp.7 – 9.

8. GOST 24045-2016 Profili stal'nye listovye gnutye s trapecevidnymi goframi dlja stroitel'stva. Tehnicheskie uslovia.

9. Vasil'ev A.P., Gorshkova V.M., Lazovskij D.N. Rabota profilirovannogo nastila v naklonnom sechenii monolitnyh plit perekrytij pri tjazhelyh nagruzkah [The work of profiled flooring

in the inclined section monolithic slabs with heavy loads]. Beton i zhelezobeton, 1990, no 1, pp.20 – 21.

10. Vasil'ev A.P., Golosov V.N. Sostojanie i perspektivy razvitiya konstrukcij s vneshnim armirovaniem [The state and prospects of development of structures with external reinforcement]. Beton i zhelezobeton, 1981, no 3. pp.23 – 24.

11. Abbas H.S., Bakar S.A., Ahmadi M., Haron Z.: Experimental studies on corrugated steel-concrete composite slab [Experimental studies on corrugated steel-concrete composite slab]. GRAĐEVINAR 67 (2015) 3, pp. 225 – 233, doi: 10.14256/JCE.1112.2014

12. TU 67-452-82. Profili stal'nye gnutye s trapecievidnymi goframi i rifami. – Cheljabinsk: ChZPSN, 1982. 30 p.

13. Ajrumjan Je.L., Eliseev N.Ju. Novye tipy stal'nyh profilirovannyh nastilov dlja pokrytij i perekrytij zdaniy [New types of profiled steel decking for roofs and ceilings of buildings] Stroiprofil'. 2006. №2.

14. Ajrumjan Je.L., Rumjanceva I.A. Armirovanie monolitnoj zhelezobetonnoj plity perekrytija stal'nym profilirovannym nastilom [Reinforcement a monolithic reinforced concrete floor slab profiled steel decking] Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2007. №4. – pp. 227.

15. Komlev A.A., Makeev S.A., Krasnoshchekov Ju.V. Ispol'zovanie sborno-monolitnyh perekrytij s nizhnej svodchatoj poverhnost'ju v malozaglublennyh podzemnyh peshehodnyh perehodah [The use of precast-monolithic slabs with the lower vaulted surface is slightly deepened in underground pedestrian crossings]. Vestnik SibADI, no 4-5(56-57), 2017, pp.85 – 91.

16. Komlev A.A. Opredelenie raspornyh usilij v perekrytijah s nizhnej svodchatoj poverhnost'ju metodom konechnyh raznostej [Determination of the distance of the effort overlaps with the lower vaulted surface by the finite difference method]. Omsk, SibADI, 2012. pp.223 – 226.

17. SP 63.13330.2012 Betonnye i zhelezobetonnye

konstrukcii. Osnovnye polozenija.

18. GOST 8267-93 Shheben' i gravij iz plotnyh gornyh porod dlja stroitel'nyh rabot. Tehniceskie uslovija.

19. TU 1122-002-44880798-01 Profil' stal'noj holodnognutyj listovoj s trapecievidnoj formoj gofra S21-1000. Tehniceskie uslovija.

20. GOST 5781-82 Stal' gorjachekatanaja dlja armirovanija zhelezobetonnyh konstrukcij.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Комлев Андрей Александрович – преподаватель, кафедры «Строительные конструкции», «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail: komlev-12@yandex.ru).

Komlev A.A. – teacher, Siberian state automobile-highway University (SibADI) Department uilding Construction (e-mail: komlev-12@yandex.ru).

Макеев Сергей Александрович – доктор технических наук, профессор, кафедры «Строительные конструкции», «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail: makeev608079@mail.ru).

Makeev S.A. – doctor of technical Sciences, professor, Siberian state automobile-highway University (SibADI) Department building (e-mail: makeev608079@mail.ru).

Краснощекоев Юрий Васильевич – доктор технических наук, доцент, кафедры «Строительные конструкции», «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail: uv1942@mail.ru).

Krasnoshchekov Y.V. – doctor of technical Sciences, associate Professor, Siberian state utomobile-highway University (SibADI) Department building Construction (e-mail: uv1942@mail.ru).

УДК 024.21:531.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ СОБСТВЕННОГО ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЙ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ОПЕРТЫХ НА РЕЗИНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ОПОРНЫЕ ЧАСТИ ПРИБЛИЖЕННЫМИ МЕТОДАМИ

И. Ю. Балуцкий, В.В Иовенко, А.В. Лапин

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия

АННОТАЦИЯ

Расчет значения собственных частот колебаний пролетных строений пешеходных мостов имеет практическую значимость. Учитывая относительно небольшую массу пролетных строений пешеходных мостов такие факторы, как динамические воздействия, особенности конструкции опорных элементов, пренебрежение которых является нормой в классической шарнирно-стержневой модели пролетного строения, оказывают существенное влияние на динамические характеристики пролетных строений. Не учёт реальных условий опирания пролетного строения приводит к возникновению в них периода вертикальных колебаний в недопустимом интервале 0,45...0,60 с. в соответствии с СП 35.13330.2011.

В инженерной практике важную роль играют предварительные расчеты, основанные на приближенных методах. Однако существующие методики определения значений собственного периода колебаний пролетных строений, основанных на упрощениях и допущениях, имеют значительную погрешность в вычислении. В статье предлагается приближенный метод

определения значений собственного периода колебаний пролетных строений, опертых на резино-металлические опорные части. В основу предлагаемого метода принята работа Белуцкого И.Ю. и Чжао Цзяня «Учет реальных условий опирания пролетных строений в создании их конечно-элементной модели», уточнена расчетная схема, получены наиболее точные аналитические выражения на основе решения дифференциального уравнения. В качестве примера рассчитано пролетное строение пешеходного путепровода на автомобильной трассе М – 60 «Уссури» Хабаровск – Владивосток участок 747 – 750 км ПК 156 + 132.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пешеходный путепровод, вертикальные колебания, продольно-поперечный изгиб, прогиб балки, круговая чистота, резино-металлическая опорная часть.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение пешеходных путепроводов как средства увеличения пропускной способности и безопасности движения транспорта связано с существующей диспропорцией в опережающих темпах развития автомобильного парка над темпами развития улично-дорожной сети, ограниченной сложившейся придорожной застройкой.

Пешеходные путепроводы требуют особого подхода к проектированию. Пролетные строения пешеходных путепроводов относительно легкие (по сравнению с автодорожными мостами), что приводит к резкому повышению чувствительности их к различным по своей природе динамическим воздействиям, а также к общепринятым в инженерных расчетах упрощениям и пренебрежениям.

Наглядным примером динамической чувствительности пешеходного пролетного строения служат результаты обследования и динамических испытаний пролетного строения пешеходного моста на ПК156 + 32 участка км747 – 750 автомобильной дороги М – 60 «Уссури» - одного из многих пешеходных путепроводов, построенных во Владивостоке [3].

По результатам обследования и испытания пролетного строения отмечено следующее:

- преимущественный тон колебаний по данным виброанализатора имеет частоту и период, изменяющиеся в пределах соответственно $f = 1,766 \dots 1,780$ гц, $T = 0,561 \dots 0,566$ с. (рис.1);
- реализация численной модели пролетного строения в ПК Лира определила период поперечных колебаний в вертикальной плоскости равный 0,623 с.;
- результат, полученный на основе аналитической зависимости $T=0,618$ с.

При этом результаты как численного, так и аналитического решения основаны на классической схеме опирания (на шарнирно-неподвижную одним концом и шарнирно-подвижную другим концом) пролетного строения.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В публикации [1] было указано на необхо-

димость учета жесткостных параметров резиновых опорных частей в оценке характера работы пролетного строения.

Очевидно, что подключение к конструкции дополнительной связи неизбежно приведет к увеличению частоты колебаний и уменьшению периода свободных колебаний.

В публикации [2] приведены результаты адаптации численного решения пролетного строения с учетом жесткостных параметров резиновых опорных частей. РОЧ в модели представлена горизонтальным и вертикальным стержнями, моделирующими соответственно горизонтальную (сдвиговую) и вертикальную жесткости опорной части.

Для инженерной практики важное значение имеют приближенные методы определения собственных значений пролетных строений. Приведем один из алгоритмов данного решения.

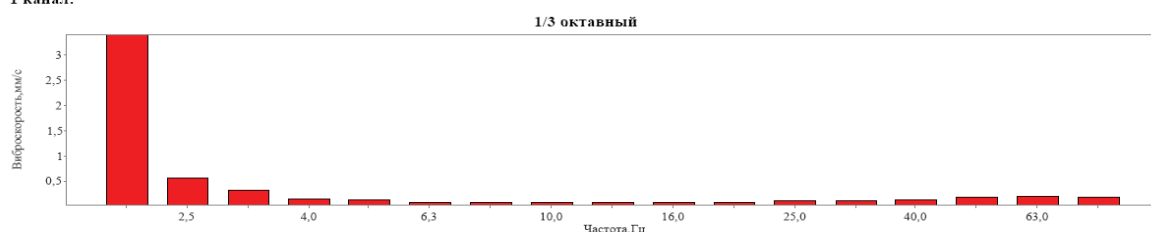
Пусть для балки, опертой концами на РОЧ с вертикальной C_v и сдвиговой C_g жесткостью при симметричном нагружении, как единственно неизвестная горизонтальная реакция X_I , может быть найдена из канонического уравнения метода сил

$$\delta_{II} X_I + \Delta_{Ip} = 0. \quad (1)$$

На рисунке 2 представлены стержневая схема продольно-поперечного изгиба пролетного строения пешеходного путепровода опертого на резино-металлические опорные части.

При постоянной изгибной EJ и нормальной EA жесткости балки и с учетом симметрии схемы балки и ее нагружения оценка перемещений в направлении неизвестного X_I возможна интегрированием деформаций на половине длины балки. В таком случае коэффициент при неизвестном δ_{II} и свободный член Δ_{Ip} будут равны

1 канал:



1 канал:

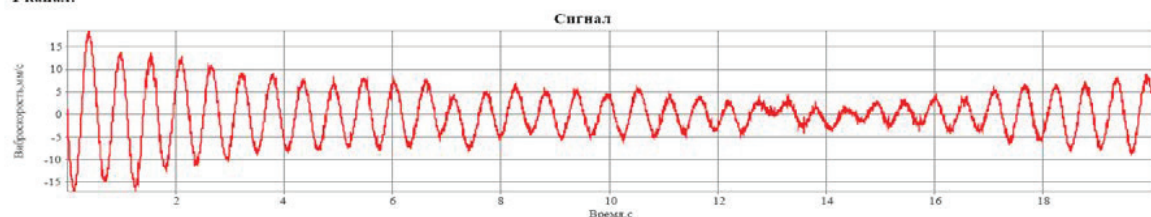


Рисунок 1 – Параметры вертикальных колебаний (по одному из вибродатчиков Вибран-3.0) в середине пролетного строения пешеходного моста при динамических испытаниях [3].
Фрагмент вибродиаграммы (снизу), 1/3 октавный анализ (сверху)

Illustration 1 – Parameters of the vertical vibrations (Vibrant's sensor) on the central part of the pedestrians' bridge construction while dynamic checkout

$$\delta_{II} = \frac{1}{EJ} \int_0^{0,5L} \bar{M}_{X1} \bar{M}_{X1} dx - \int_0^{0,5L} \bar{N}_{X1} \bar{N}_{X1} dx + \frac{1}{C_\Gamma} \quad (2)$$

$$\Delta_{Ip} = -\frac{1}{EJ} \int_0^{0,5L} M_p \bar{M}_{X1} dx. \quad (3)$$

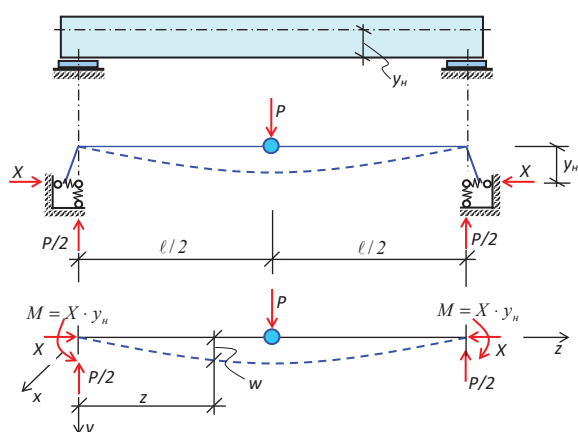


Рисунок 2 – Стержневая схема продольно-поперечного изгиба пролетного строения пешеходного путепровода опертго на резино-металлические опорные части
Illustration 2 – Bar scheme of the transversive-longitudinal bending in pedestrian bridge based on the rubber-metallic piece

Выражение δ_{II} характеризует перемещение в направлении действия неизвестной горизонтальной реакции $X_I = 1$, которая формирует:

- в балке изгибающий момент $\bar{M}_{X1} = y_i$ и продольное сжимающее усилие $\bar{N}_{X1} = 1$;
- сдвиговые смещения в РОЧ с площадью горизонтального сечения A_p , модулем сдвига резины G_p , суммарной высотой резиновых прослоек h_p , обуславливающих сдвиговую жесткость $C_\Gamma = \frac{A_p \cdot G_p}{h_p}$.

Выражение Δ_{Ip} отражает перемещение балки в основной системе в уровне опирания в направлении действия неизвестной горизонтальной реакции от действия внешней силы P , вызывающий момент $M_p = 0,5Px$.

С учетом обозначенных величин $\bar{M}_{X1}$, $\bar{N}_{X1}$, M_p , C_Γ

$$\delta_{II} = \frac{y_n^2 l}{2EI} + \frac{l}{2EA} + \frac{h_p}{G_p A_p}, \quad (4)$$

$$\Delta_{1P} = \frac{P \cdot y_n \cdot l^2}{16EI} \quad (5)$$

где

P – вес балки;
 l – пролет балки;
 A_p – горизонтальное сечение резины;
 G_p – модуль сдвига резины;
 h_p – суммарная высота резиновых прослоек;
 X_1 – неизвестная горизонтальная реакция от действия силы P ;
 E_p – модуль упругости резины;
 y_n – расстояние от нейтральной оси поперечного сечения балки до направления перемещений в зоне контакта балки и опорной части;

EA и EI – жесткости поперечного сечения балки на растяжение и изгиб.

После раскрытия статической неопределенности получаем выражение

$$X_1 = \frac{P \cdot y_n \cdot l^2}{16EI} \div \left(\frac{y_n^2 l}{2EI} + \frac{l}{2EA} + \frac{h_p}{G_p A_p} \right) \quad (6)$$

Прогиб балки в середине пролета находится из выражения

$$f = \frac{2}{EJ} \int_0^{0,5L} M_p \bar{M}_p dx - \frac{2}{EA} \int_0^{0,5L} F y_n \bar{M}_p dx + \frac{0,5P}{C_B} \quad (7)$$

В выражении (7)

$\bar{M}_p = 0,5x$ – изгибающий момент от вертикальной единичной силы, приложенной в середине пролета;

$C_B = \frac{A_p \cdot E_p}{h}$ – вертикальная жесткость опорной части с площадью горизонтального сечения A_p , модулем упругости опорной части E_p и общей высотой h .

Принятое далее в первом приближении выражение для прогиба балки в середине пролета

$$f = \frac{Pl^3}{48EI} - \frac{X_1 l^2}{8EI} \cdot y_n + \frac{Ph}{2E_p A_p} \quad (8)$$

можно уточнить.

В случае больших значений X_1 , целесообразно использовать более точный подход. Рассмотрим заданную конструкцию как балку, испытывающую продольно-поперечный изгиб, так как на нее одновременно действует осевая сжимающая сила X_1 и поперечная нагрузка (рис.2).

Пусть в произвольном сечении балки на расстоянии « z » от начала координат (рис.2) действует момент, равный

$$M = \frac{P}{2} \cdot z + X_1 \cdot w - X_1 \cdot y_n, \quad (9)$$

где w – прогиб в произвольном сечении.

Примем $\frac{X_1}{P} = \alpha$, тогда приближенное дифференциальное уравнение упругой линии записывается в виде

$$EI \frac{d^2 w}{dz^2} = -\left(\frac{P}{2} \cdot z + X_1 \cdot w - X_1 \cdot y_n \right), \text{ или}$$

$$EI \frac{d^2 w}{dz^2} = -\left(\frac{P}{2} \cdot z + P\alpha \cdot w - P\alpha \cdot y_n \right). \quad (10)$$

Обозначая через

$$k^2 = \frac{P \cdot \alpha}{E},$$

Получим

$$\frac{d^2 w}{dz^2} + k^2 \cdot w = -k^2 \cdot \left(\frac{z}{2\alpha} - y_n \right) \quad (11)$$

Таким образом, имеем линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами, решение которого запишем в виде

$$w = C_1 \sin k \cdot z + C_2 \cos k \cdot z - \left(\frac{z}{2\alpha} - y_n \right). \quad (12)$$

Постоянные интегрирования C_1 и C_2 находим из граничных условий. В нашем случае имеем:

$$\text{при } z = 0; w = 0; \text{ или } 0 = C_2 + y_n;$$

откуда $C_2 = -y_n$;

$$\text{при } z = \frac{l}{2}; \frac{dw}{dz} = C_1 \cdot k \cdot \cos \frac{kl}{2} -$$

$$- C_2 \cdot k \cdot \sin \frac{kl}{2} - \frac{1}{2\alpha} = 0, \text{ откуда}$$

$$C_1 = -y_n \cdot \operatorname{tg} \frac{kl}{2} + \frac{1}{2\alpha \cdot k \cdot \cos \frac{kl}{2}}. \quad (13)$$

$$w_B = \frac{P \cdot h}{2E_p A_p}$$

С учетом выражение для прогиба принимает вид

$$w = \left(-y_n \cdot \operatorname{tg} \frac{kl}{2} + \frac{1}{2\alpha \cdot k \cdot \cos \frac{kl}{2}} \right) \cdot \sin kz - y_n \cdot \cos kz - \left(\frac{z}{2\alpha} - y_n \right) + \frac{Ph}{2E_p A_p}. \quad (14)$$

Максимальный прогиб при $z = \frac{l}{2}$ будет равен

$$f_{\max} = \left(-y_n \cdot \operatorname{tg} \frac{kl}{2} + \frac{1}{2\alpha \cdot k \cdot \cos \frac{kl}{2}} \right) \cdot$$

$$\sin \frac{kl}{2} - y_n \cdot \cos \frac{kl}{2} - \left(\frac{l}{4\alpha} - y_n \right) + \frac{P \cdot h}{2E_p A_p}. \quad (15)$$

При $P=1$ будет $\alpha = X$; $k^2 = \frac{\alpha}{EI}$ и, следовательно,

$$\bar{f}_{\max} = \left(-y_n \cdot \operatorname{tg} \frac{kl}{2} + \frac{1}{2\alpha \cdot k \cdot \cos \frac{kl}{2}} \right) \cdot$$

$$\sin \frac{kl}{2} - y_n \cdot \cos \frac{kl}{2} - \left(\frac{l}{2\alpha} - y_n \right) + \frac{h}{2E_p A_p}. \quad (16)$$

Полученные выражения могут быть использованы для характеристики колебательного процесса сосредоточенной массы $m = P/g$ в середине пролета невесомой балки с круговой частотой ω и периодом T свободных колебаний, равных

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{m_{np} \cdot \bar{f}}}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}. \quad (17)$$

В случае равномерно распределенной массы по длине пролета выражения остаются справедливыми, если массу пролетного строения весом Q сосредоточить в середине пролета со значением

$$m_{np} = \frac{17}{35} m, \quad (18)$$

по мнению С.П. Тимошенко, адекватно отражающим влияние распределенных масс на параметры колебательного процесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве примера рассмотрим пешеходное пролетное строение [3] со следующими характеристиками:

- расчетный пролет $L = 42,0$ м;

- жесткостные параметры $EJ = 5,376 \cdot 10^5$

тс·м², $EA = 2,470 \cdot 10^6$ тс.;

- расстояние от нейтральной оси поперечного сечения балки до направления перемещений в зоне контакта балки и опорной части Ун = 0,858 м;

- постоянная нагрузка $q = 1,599$ тс/м.;

- жесткостные характеристики РОЧ

горизонтальной сдвиговой

$$C_{\Gamma} = \frac{A_p \cdot G_p}{h_p} = 360 \text{ тс/м},$$

вертикальной

$$C_B = \frac{A_P \cdot E_P}{h} = 6,725 \cdot 10^4 \text{ тс/м.}$$

С учетом обозначенных исходных данных, принимая во внимание две опорные части на каждой опоре при двубалочной структуре, при $P = 1$ кгс получены

прогиб от единичной силы по (16)	$\bar{f} = 2,857 \cdot 10^{-4} \text{ см;}$
значение приведенной массы по (18)	$m_{np} = 3,326 \cdot 10^3 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м;}$
круговая частота по (17)	$\omega = 10,259 \text{ с}^{-1};$
период свободных колебаний по (17)	$T = 0,612 \text{ с.}$

ОБСУЖДЕНИЕ

Отметим, что величина периода колебаний согласуется с аналитическим решением представленным в работе [1], где с учетом жесткостных параметров резиновых опорных частей получена величина периода, равная 0,610 с. Таким образом можно говорить о состоятельности предложенного алгоритма определения собственных значений пролетных строений опертых на резиновые опорные части.

Сопоставляя результат, полученный по (17), с учетом жесткостных характеристик резиновых опорных частей с результатами полученными как численно, так и аналитически для классической схемы опирания пролетного строения, можно говорить о малом различии полученных величин. Вместе с тем результаты, полученные в работе [2] и настоящей статье, подтверждают необходимость отражения реальных условий опирания пролетных строений при обосновании их конструктивных решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить актуальность полученных решений, в которых сдвиговая жесткость резиновых опорных частей обретает значительную роль и величина ее, необходимая для обеспечения требуемых параметров свободных колебаний пролетного строения, может быть найдена на основе реализации предварительных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белуцкий И.Ю., Чжао Цзянь., Учет реальных условий опирания пролетных строений в создании их конечно-элементной модели // Вестник ВСГУТУ. Улан-Удэ. 2012. № 2(37). С. 192 – 197.
2. Белуцкий И.Ю., Лапин А.В. Адаптация конечно-элементной модели пролетного строения пешеходного путепровода к реальным условиям работы сооружения. М. : НИЦ «Строительство». Строительная механика и расчет сооружений, 2017. № 5 С.28 – 31.
3. Белуцкий И.Ю., Томилов С.Н., Гришин А.И., Ловцов А.Д., Чжао Цзянь. Санаторная на участке автомобильной дороги М-60 «Уссури» Хабаровск – Владивосток на участке км 747-750 // Оценка динамических параметров пролетного строения пешеходного моста на ПК 156+32 на объекте: Реконструкция автомобильной дороги Аэропорт «Кневичи». Отчет о НИР № 06/12. Хабаровск, 2012. 40 с.
4. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. М. : Наука, 1967. 444 с.
5. ВСН 86-83. Инструкция по проектированию и установке полимерных опорных частей мостов / Мин-во транспортного строительства СССР. М. : Транспорт, 1983. 30 с.
6. ДЕФШОВРОЧ. Каталог продукции ООО «ДЕФШОВРОЧ». М. : ООО ДЕФШОВРОЧ, 30 с.
7. Методические рекомендации по вибродиагностике автодорожных мостов / Министерство транспорта РФ. Государственная служба дорожного хозяйства Росавтодор. М. 2001.25 с.
8. СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция», Мин. Регион, М. : ОАО «ЦНИИС», 2011. 340 с.
9. Белуцкий И.Ю., А.В. Лапин, Сим А.Д., Чжао Цзянь. Исследование напряженно-деформированного состояния и оценка возможного ввода в эксплуатацию пролетного строения пешеходного путепровода на ПК 103+90 участка КМ 733,5 – КМ 747 автомобильной дороги М-60 «Уссури» Хабаровск – Владивосток : Отчет о НИР. Хабаровск, Тихоокеан. гос. ун-т, 2014. 73 с.
10. Белуцкий И.Ю., Лапин А.В., Сим А.Д., Томилов С.Н., Чжао Цзянь. Исследование работы конструкции пешеходного моста на проспекте 60-лет Октября – остановка Юбилейная города Хабаровска и оценка его динамических и грузоподъемных параметров. Отчет о НИР. Хабаровск, Тихоокеан. гос. ун-т, 2014. 45 с.
11. Белуцкий И.Ю. Предложения по конструктивным решениям пролетного строения надземного пешеходного перехода через ул. Гоголя в г. Хабаровске. Отчет о НИР. Хабаровск, Тихоокеан. гос. ун-т, 2003. 20 с.
12. Иовенко В. В. Избранные лекции по сопротивлению материалов. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. 223 с.
13. Овчинников И.Г., Дядченко Г.С. Пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура : учеб. пособие. Саратов : Саратовский гос. техн. ун-т, 2005. 227 с.
14. Еловский Р.Э., Люзовик С.С., Козырев С.В. Санаторная на участке автомобильной дороги М-60 «Уссури» Хабаровск – Владивосток на участке км 747-750 // Расчет пролетного строения. Пешеходный путепровод. Пролетное строение L=42,6м. «Реконструкция автомобильной дороги Аэропорт «Кневичи». НПО «Мостовик», 2010. 21 с.
15. Белуцкий И.Ю., Лапин А.В., Чжао Цзянь. Коробчатые пролетные строения пешеходных мостов с замкнутыми пространствами // Дальний Восток: Проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. Хабаровск : Изд-во ТОГУ, 2015. № 1. С.320 – 325.
16. Белуцкий И.Ю., Лапин А.В. Особенности динамической работы пролетных строений пешеходных мостов // Дальний Восток: Проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. Хабаровск : Изд-во ТОГУ, 2015. № 1. С. 263 – 270.
17. Лапин А.В. Актуальные вопросы компоновки по-

перечных сечений пролетных строений пешеходных мостов [Электронный ресурс] // Ученые заметки ТОГУ. 2015. Т. 6, № 2. С. 6 – 18. URL : http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU_6_66.pdf

18. Биргер И.А., Пановко Я.Г. Прочность, устойчивость, колебания (справочник в трех томах). М. : Машиностроение, 1968. Том 3. 567 с.

19. Смирнов А. Ф. Устойчивость и колебания сооружений. М. : Трансжелдориздат, 1958. 571 с.

20. Белуцкий И.Ю., Чжао Цзянь, Яцура В.Г. Исследование влияния надпорных связей сталежелезобетонных мостов в системе ТНПС на параметры их свободных колебаний // Вестник Тихоокеанского государственного университета. Хабаровск, 2012. № 4(27). С. 79 – 86.

THE VALUES' DETERMINATION OF THE OSCILLATIONS' INTRINSIC PERIOD OF THE RUBBER-METAL SUPPORTED SPAN STRUCTURE BY APPROXIMATE METHODS.

I. Belutsky, V. Iovenko, A. Lapin

ANNOTATION

The natural vibration frequencies' calculation of the pedestrian bridges' span structures is still practically valued. Such factors as dynamic effects, elements' structural features, the neglect of which is the norm in the classical hinge-rod model of the span structure, provide a significant influence on the dynamic characteristics of the longitudinal girders. Not taking into account the real conditions of the span structure supporting leads to the appearance in them of the vertical oscillations' period in an unacceptable interval of 0.45 ... 0.60 s (in accordance with SP35.13330.2011).

The appropriate preliminary calculations in engineering practice are based on approximate methods. However, the existing methods for determining the values of the oscillations' intrinsic period of the span structures, which are based on the simplifications and the assumptions, have the significant calculation error. The research suggests the approximate method for determining the values of the intrinsic oscillations' period of the span supported structures with the rubber-metal support parts. The proposed method is based on the work [1], the calculation scheme is also defined, the most accurate analytical expressions are also obtained on the differential equation solution basis. The longitudinal beams of the flyover along the M-60 «Ussuri» highway, in Khabarovsk-Vladivostok section 747-750 km of the PK 156 + 132 are calculated as an example in the research.

KEYWORDS: pedestrian overpass, vertical vibrations, longitudinal and transverse bending, beam deflection, circular cleanliness, rubber-metal support part.

REFERENCES

1. Belutsky I.Y., Zhao Jian Uchet real'nykh usloviy opiraniya proletrykh stroyeniy v sozdaniy ikh konechno-elementnoy modeli [Taking into account the real conditions for supporting the span structures when creating their finite element model.]. Ulan-Ude, Vestnik VSGUTU, 2012, no 2(37) pp.192 – 197.

2. Belutsky I.Y., Lapin A.V. Adaptatsiya konechno-elementnoy modeli proletrnogo stroyeniya peshekhodnogo puteprovoda k real'nykh usloviyam raboty sooruzheniya. [Adaptation of the finite-element model of the span structure of the pedestrian overpass to the real working conditions of the structure]. Moscow, SIC «Construction», Construction mechanics and calculation of structures, 2017, no 5 pp. 28 – 31.

3. Belutsky I.Y., Tomilov S.N., Grishin A.I. Lovcov A.D., Chzhao Czjan'. Sanatornaya na uchastke avtomobil'noy dorogi M-60 «Ussuri» Khabarovsk – Vladivostok na uchastke km 747-750 [Sanatorium in the area of highway M-60 «Ussuri» Khabarovsk – Vladivostok between km 747-750]. Ocenka dinamicheskikh parametrov proletrnogo stroeniya peshekhodnogo mosta na PK 156+32 na ob'ekte: Rekonstruktsiya avtomobil'noy dorogi Ajeroport «Knevischi». [Assessment of dynamic parameters of the span pedestrian bridge to the PC 32 to 156 properties per: Reconstruction of Airport Road «Knevischi»]. Report on R & D № 06/12. Khabarovsk, 2012. 40 p.

4. Timoshenko S.P. Kolebaniya v inzhenernom dele [Vibration problems in engineering]. Moscow, Nauka, 1967. 444 p.

5. VSN 86-83 Instruksiya po proyektirovaniyu i ustanovke polimernykh opornykh chastey mostov [Instructions for the design and installation of polymer bearings of bridges] / Ministry of Transport Construction of the USSR. Moscow, Transport, 1983. 30 p.

6. DEFSHOVROCH Katalog produktov OOO «DEFSHOVROCH» [Products Ltd. «DEFSHOVROCH»]. Moscow, Ltd DEFSHOVROCH. 30 p.

7. Metodicheskiye rekomendatsii po vibrodiagnostike avtodorozhnykh mostov [Methodical recommendations on vibrodiagnostics of road bridges] / Ministry of Transport of the Russian Federation. State Road Service Rosavtodor. Moscow. 2001. 25 p.

8. SR 35.13330.2011 Mosty i truby. Aktualizirovannaya redaktsiya «Bridges and pipes. Actualized edition», Min. Region, Moscow, JSC «CNIIS», 2011. 340 p.

9. Belutsky I.Yu., A.V. Lapin, Sim A.D., Zhao Jian. Issledovaniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya i otsenki vozmozhnogo vvida v ekspluatatsiyu proletrnogo stroyeniya peshekhodnogo puteprovoda na PK 103 + 90 uchastka KM 733,5 – KM 747 avtomobil'noy dorogi M-60«Ussuri» Khabarovsk – Vladivostok [Investigation of the stress-strain state and assessment of the possible commissioning of the span structure of the pedestrian overpass on PK 103 + 90 section of KM 733.5 – KM 747 M-60 highway» Ussuri «Khabarovsk-Vladivostok»]. Khabarovsk, 2014. 73 p.

10. Belutsky I.Yu., A.V. Lapin, Sim AD, Tomilov SN, Zhao Jian. Issledovaniye raboty konstruktivnykh peshekhodnogo mosta na prospekte 60-let Oktyabrya – ostanovka Yubileynaya

goroda Khabarovska i otsenka yego dinamicheskikh i gruzopod'yemnykh parametrov [Study of the work of pedestrian bridge structures on Prospekt 60-let Oktyabrya – stop Jubilee City of Khabarovsk and an assessment of its dynamic and load-lifting parameters]. Khabarovsk, 2014. 45 p.

11. Belutsky I.Yu., Predlozheniya po konstruktivnym resheniyam proleznogo stroyeniya nadzemnogo peshekhodnogo perekhoda cherez ul. Gogolya v g. Khabarovske [Proposals for constructive solutions of the span structure of an overground pedestrian crossing through the street. Gogol in the city of Khabarovsk]. 2003. 20 p.

12. Iovenko V.V., Izbrannyye leksii po soprotivleniyu materialov [Selected lectures on the resistance of materials], Khabarovsk, Publishing house of the Pacific State University, 2016. 223 p.

13. Ovchinnikov I.G., Dyadchenko G.S. Peshekhodnyye mosty: konstruktsiya, stroitel'stvo, arkhitektura [Pedestrian bridges: construction, construction, architecture]. [Textbook]. Saratov, Saratov State University. tech. University, 2005. 227 p.

14. Yelovskiy R.E., Lyuzovik S.S., Kozyrev S.V. Sanatornaya na uchastke avtomobil'noy dorogi M-60 «Ussuri» Khabarovsk – Vladivostok na uchastke km 747-750 [Sanatorium on the section of the highway M-60 «Ussuri» Khabarovsk - Vladivostok on the section km 747-750]. Raschet proleznogo stroyeniya. Peshekhodnyy puteprovod. Prolezhnoye stroyeniye L=42,6m. «Rekonstruktsiya avtomobil'noy dorogi Aeroport «Knevichi» [Calculation of span structure. Pedestrian overpass. The span structure is L = 42.6 m. «Reconstruction of the highway «Airport Knevichi»]. RPA «Mostovik», 2010. 21p.

15. Belutsky I.Yu., Lapin A.V., Zhao Jian. Korobchatyye prolezhnye stroyeniya peshekhodnykh mostov s zamknutymi prostranstvami [Boxed span structures of pedestrian bridges with enclosed spaces]. Dal'nij Vostok: Problemy razvitiya arhitekturno-stroitel'nogo kompleksa [Far East: Problems of the development of the architectural and construction complex], Khabarovsk; TOGU, 2015. No 1. pp. 320 – 325.

16. Belutsky I.Yu., Lapin A.V. Osobennosti dinamicheskoy raboty prolezhnykh stroyeniy peshekhodnykh mostov. [Features of the dynamic operation of span structures of pedestrian bridges]. Dal'nij Vostok: Problemy razvitiya arhitekturno-stroitel'nogo kompleksa [Far East: Problems of the development of the architectural and construction complex], Khabarovsk; TOGU, 2015. No 1. pp. 263 – 270.

17. Lapin A.V. Aktual'nye voprosy komponovki poperechnykh secheniy prolezhnykh stroeniy peshekhodnykh mostov [Actual problems of the layout of cross sections of span structures of pedestrian bridges]. Uchenye zametki TOGU,

[Elektronnyy resurs], 2015, vol. 6, no 2, pp. 6 – 18. URL http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU_6_66.pdf.

18. Birger I.A., Panovko Ya.G. Prochnost', ustoychivost', kolebaniya. Spravochnik v trekh tomakh. [Strength, stability, vibrations. Handbook in three part.]. Moscow, Mechanical engineering, vol. 3. 1968. 567 p.

19. Smirnov A.F. Ustoychivost' i kolebaniya sooruzheniy. [Stability and oscillations of structures]. Moscow, Transzheldorizdat, 1958. 571 p.

20. Belutsky I.Yu., Zhao Jian, Yatsura V.G. Issledovaniye vliyaniya nadopornyykh svyazey stalezhelezobetonnykh mostov v sisteme TNPS na parametry ikh svobodnykh kolebaniy [Investigation of the effect of pressure bonds of composite steel bridges in the TNPS system on the parameters of their free oscillations]. Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo universiteta, Khabarovsk, 2012, no 4(27), pp. 79 – 86.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Белуцкий Игорь Юрьевич (г. Хабаровск, Россия) – доктор технических наук, профессор, кафедра автомобильных дорог, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» (680035, Россия, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136).

Belutsky Igor Yuryevich (Khabarovsk, Russia) – doctor of technical sciences, professor, Department of Highways, FGBOU VO «Pacific State University» (680035, Russia, Khabarovsk, st. Pacific, 136).

Иовенко Владимир Васильевич (г. Хабаровск, Россия) – кандидат технических наук, доцент, кафедра автомобильных дорог, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» (680035, Россия, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136).

Yovenko Vladimir Vasilievich (Khabarovsk, Russia) – candidate of technical sciences, Associate Professor, Department of Highways, FGBOU VO «Pacific State University» (680035, Russia, Khabarovsk, st. Pacific, 136).

Лопин Артем Васильевич (г. Хабаровск, Россия) – старший преподаватель, аспирант, кафедра автомобильных дорог, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» (680035, Россия, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136, e-mail: tema_s14@mail.ru).

Lapin Artem Vasilievich (Khabarovsk, Russia) – lecturer, post-graduate student, Department of Highways, FGBOU VO «Pacific State University» (680035, Russia, Khabarovsk, st. Pacific, 136, e-mail: tema_s14@mail.ru).

УДК 625.731.812

ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УПРУГОГО ПРОГИБА ДИСКРЕТНОГО ОСНОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

С.А. Матвеев, Е.А. Мартынов, Н.Н. Литвинов
ФГБОУ ВО «СиБАДИ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Активное внедрение в дорожное строительство геосинтетических материалов в качестве армирующих конструктивных элементов дорожных одежд сдерживается отсутствием научно обоснованной и экспериментально подтвержденной теории расчета дорожных одежд с армирующими слоями. В работе исследуется влияние армирования на величину упругого прогиба

основания из щебня и песка. Армирующая прослойка в виде плоской георешетки со стальными волокнами в полиэтиленовой оболочке уложена между слоем щебня и основанием из песка. Приведены результаты штамповых испытаний. Выявлены закономерности деформирования и получены деформационные характеристики армированной конструкции. Расчетная модель армированного слоя щебня рассматривается как многослойная плита на упругом основании, состоящая из произвольного количества жестко сцепленных между собой слоев. Нижний слой с арматурой имеет физико-механические характеристики, определяемые методом осреднения по Фойгту и существенно отличающиеся от характеристик вышележащих слоев. Песчаный подстилающий слой выполняет роль упругого основания. Данная расчетная модель применима и для случая отсутствия армирующей прослойки. При этом из расчетной схемы исключается нижний армирующий слой, а также слои, расположенные в растянутой зоне. Для расчета многослойной плиты на упругом основании использован метод Бубнова-Галеркина. Получено удовлетворительное совпадение теоретических и экспериментальных результатов. Установлен эффект армирования по прогибам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дискретное основание дорожной одежды, армирование, георешетка, эффект армирования, плита на упругом основании, прогиб.

ВВЕДЕНИЕ

В автодорожном и железнодорожном строительстве все более активно используются геосинтетические материалы [1-11]. Практически ни одно крупное строительство не обходится без них. Массовое применение геосинтетических материалов в нашей стране началось с использования нетканых материалов, которые использовались в качестве дренирующих и разделяющих слоев, а также трещинопрерывающих прослоек. Использование данных материалов в качестве армирующих не нашло соответствующего научного и практического обоснования. Для укрепления откосов применяются различные конструкции из геосинтетических материалов в виде прослоек и обойм, заполненных зернистыми материалами. С середины 90-х гг. XX в. началось массовое строительство опытных участков с армированными основаниями и покрытиями дорожных одежд. В качестве материала для армирования использовали геосетки и георешетки.

Опытное строительство и сопутствующие научные исследования позволили определить направления для развития теоретических расчетов и область рационального применения материалов, номенклатура которых в настоящее время достаточно широка и продолжает расширяться. «Однако существующие нормативные документы по использованию в качестве армирующих материалов для оснований дорожных одежд различных геосинтетических материалов основаны, как правило, на частных эмпирических исследованиях. Следует признать, что в настоящее время в Российской Федерации нет единой научно обоснованной методологической базы для их использования. Для создания такой базы требуются глубокие

экспериментально-теоретические исследования, основанные на системном подходе» [12].

В настоящей работе исследуется основание дорожной одежды в виде двухслойной системы из щебня и песка, армированное плоской георешеткой со стальными волокнами.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Экспериментальные исследования проводились в грунтовом канале Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ). Канал имеет размеры в плане 6×3,15 м и глубину 1,2 м. В качестве исследуемого параметра рассматривался максимальный упругий прогиб поверхности двухслойной конструкции при ее нагружении круглым штампом.

Верхний слой толщиной 0,2 м состоит из щебня фракции 40 – 70 мм. «Нижний подстилающий слой толщиной 0,9 м – из мелкого песка плотностью частиц грунта 2,65 т/м³. Армирование устраивалось на границе раздела слоев. В качестве армирующего материала была использована плоская георешетка типа РД» [12], выпускаемая по СТО [13] и представленная на рис. 1.

«Георешетка образована из плоских металлопластиковых полос, соединенных между собой под углом 90° и наложенных друг на друга по высоте поочередно. Металлопластиковые полосы состоят из несущей части и покрытия. Несущая часть полос – стальные волокна из пружинной проволоки диаметром 0,6 мм, расположенные на определенном расстоянии друг от друга без переплетения. Покрытие полос – полиэтилен низкого давления. Соединение металлопластиковых полос между собой осуществляется методами термической сварки» [12].

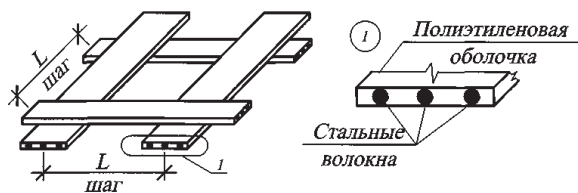


Рисунок 1 – Схема георешетки
Illustration 1 – Geograting scheme

«В зависимости от прочности число проволок в полосе может составлять от 3 до 9 штук. Шаг ячейки может быть произвольным. Для наиболее полного исследования были рассмотрены георешетки марок РД – 30, РД – 60 и РД – 90, армирование которых составляет 3, 6 и 9 проволок соответственно. Такой выбор армирующего материала соответствует всему диапазону прочностей. Всего в испытании применялось девять типоразмеров армирующего материала: по размеру ячейки – 50×50, 75×75, 100×100 мм, по прочности – РД – 30, РД-60, РД – 90 [1], что соответствует прочности 30, 60 и 90 кН/м соответственно» [12].

Щебень фракции 40 – 70 мм отсыпался послойно с уплотнением на заранее уплотненный слой песка. «Коэффициент уплотнения щебня не контролировался, однако все испытания проводились в условиях, одинаковых для армированных и неармированной конструкций. Общая толщина щебня в уплотненном состоянии составила 200 мм. Нагружение осуществлялось через круглый штамп диаметром 33 см, который имитирует отпечаток колеса расчетного автомобиля. Нагрузка прикладывалась через гидравлический домкрат ступенями по 10 кН и достигала 50 кН» [12]. Схема испытания приведена на рис. 2, а.

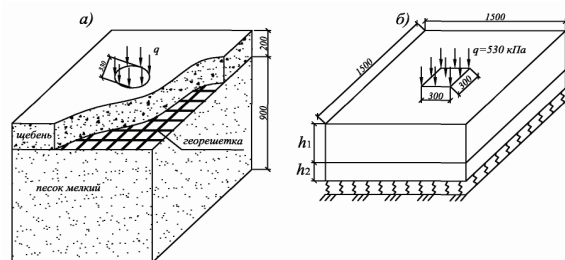


Рисунок 2 – Испытание конструкции:
а) схема испытания; б) расчетная схема
Illustration 2 – Constructions' test:
test scheme; б) calculation scheme

Основным исследуемым параметром является прогиб на поверхности, который определялся с помощью индикаторов часового типа, установленных на верхней поверхности штам-

па. «Измерения проводились как при нагружении, так и при разгрузке конструкции для выделения упругой составляющей прогиба, который используется для вычисления модуля упругости. В качестве контрольной величины определялась величина прогиба неармированной конструкции» [12].

По полученным значениям упругих прогибов определялись модули упругости [14]

$$E_0 = \frac{Kd(1-\nu^2)\Delta q}{\Delta s}, \quad (1)$$

где K – коэффициент, принимаемый для жесткого штампа 0,79; d – диаметр штампа, м; $\nu = 0,27$ – коэффициент Пуассона грунта; Δs – разность давлений под штампом, кПа; Δs – разность осадок штампа, м.

«Эффект армирования предлагается оценивать с помощью коэффициента C_w , который показывает в процентном отношении изменение максимального прогиба армированной конструкции по сравнению с неармированной» [12]

$$C_w = \left(1 - \frac{w_2}{w_1}\right) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где w_1 и w_2 – максимальный прогиб неармированной и армированной системы соответственно [12].

Для теоретических расчетов исследуемая конструкция представляет собой зернистую среду [15], состоящую из двух слоев. «Рассмотрим отдельно оба слоя. Примем гипотезу, что слой щебня, который фактически представляет собой дискретную среду, будет вести себя как сплошная связная среда при условии, что в основании слоя размещена армирующая георешетка, воспринимающая растягивающие напряжения и тем самым обеспечивающее работу слоя как плиты на упругом основании. В таком случае для расчета армированного слоя щебеночного основания может быть использована техническая теория изгиба плит» [12, 16, 17].

Будем считать, что слой щебня представляет собой сплошную плиту при наличии армирующей прослойки. «Геометрические размеры такого слоя позволяют отнести его к жестким пластинам [18]. При малых деформациях основные усилия в таких пластинах возникают от изгиба. При этом появляются как растягивающие, так и сжимающие напряжения в слое. Щебень как дискретный материал не способен

воспринимать растягивающие напряжения. При введении армирующего слоя щебенки заанкериваются в нем и растягивающие напряжения воспринимает арматура. Песчаный слой при этом выполняет роль упругого основания» [12].

Из этих соображений армированный слой щебня можно рассматривать как многослойную плиту на упругом основании, состоящую из произвольного количества жестко сцепленных между собой слоев (рис. 2, б) [12, 20, 21]. «Физико-механические характеристики нижнего армирующего слоя будут существенно отличаться от характеристик вышележащих слоев, которые можно принять одинаковыми. В качестве примера примем толщину всей плиты 0,2 м с модулем упругости щебня 300 МПа и георешеткой РД-90 с шагом сетки 50х50 мм в качестве арматуры, что приводит к максимальному коэффициенту армирования. Модуль упругости армированного слоя, вычисленный методом осреднения по Фойгту (правило смесей), составит 509 МПа при представлении сплошной плиты в виде 4 слоев, 562 МПа – 5 слоев, 823 МПа – 10 слоев» [12].

С определенной долей идеализации данная модель может быть применена и для случая отсутствия армирующей прослойки. «При этом из расчетной схемы многослойной армированной плиты исключается нижний армирующий слой, а также слои, расположенные в растянутой зоне. Общая толщина плиты за счет этого уменьшится, а физико-механические характеристики слоев могут приниматься различными по толщине плиты с целью приближения расчетной модели к реальной конструкции. В частности, модули упругости слоев могут изменяться по убывающей» [12].

Примем, «что при изгибе многослойной плиты для всего пакета составляющих ее слоев справедливы гипотезы Кирхгофа-Лява. В этом случае дифференциальное уравнение изгиба плиты имеет вид» [12]:

$$D_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 3D_{13} \frac{\partial^4 w}{\partial x^3 \partial y} + 2(D_{12} + D_{33}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + 2D_{23} \frac{\partial^4 w}{\partial x \partial y^3} + D_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + C_z w + q = 0, \quad (3)$$

где C_z – коэффициент постели; $q=q(x,y)$ – интенсивность нагрузки на поверхности плиты;

$w=w(x,y)$ – функция прогибов; $D_{11} \dots D_{33}$ – постоянные, характеризующие упругие свойства плиты.

Для двухслойной плиты постоянные $D_{11} \dots D_{33}$ определяются из следующих выражений:

$$\begin{aligned} D_{11} &= d_{11} + c_{11} \cdot c_{11}^*; \\ D_{12} &= A_{12}^{(1)} g_1 + A_{12}^{(2)} g_2; \\ D_{22} &= A_{22}^{(1)} g_1 + A_{22}^{(2)} g_2; \\ D_{33} &= A_{33}^{(1)} g_1 + A_{33}^{(2)} g_2. \end{aligned} \quad (4)$$

Входящие в первое выражение (4) постоянные d_{11} , c_{11} , c_{11}^* вычисляются по формулам

$$d_{11} = A_{11}^{(1)} g_1 + A_{11}^{(2)} g_2; \quad (5)$$

$$c_{11}^* = \frac{(c_{21} b_{12} - c_{11} b_{22})}{(b_{11} b_{22} - b_{12} b_{21})}; \quad (6)$$

$$c_{11} = A_{11}^{(1)} p_1 + A_{11}^{(2)} p_2; \quad (7)$$

$$c_{21} = A_{21}^{(1)} p_1 + A_{21}^{(2)} p_2, \quad (8)$$

где A_{kj} – коэффициенты пропорциональности между напряжениями и деформациями, принимаемые равными для первого (неармированного) слоя [12]

$$A_{11}^{(1)} = A_{22}^{(1)} = \frac{E}{1 - \nu^2};$$

$$A_{33}^{(1)} = \frac{E}{2(1 + \nu)};$$

$$A_{12}^{(1)} = A_{21}^{(1)} = \frac{\nu E}{1 - \nu^2}, \quad (9)$$

здесь E – модуль упругости щебеночного слоя; ν – коэффициент Пуассона.

Входящие в выражения (4)-(8) постоянные определяют из выражений [12]

$$g_1 = \frac{h_1^3}{3}; \quad g_2 = \frac{1}{3}(3h_1^2 + 3h_1 h_2 + h_2^2)h_2, \quad (10)$$

$$p_1 = \frac{h_1^2}{2}; \quad p_2 = \frac{1}{2}(2h_1 + h_2)h_2, \quad (11)$$

здесь h_1 , h_2 – толщины 1-го и 2-го слоев соответственно;

$$b_{11} = A_{11}^{(1)} h_1 + A_{11}^{(2)} h_2;$$

$$b_{22} = A_{22}^{(1)} h_1 + A_{22}^{(2)} h_2; \quad (12)$$

$$b_{12} = A_{12}^{(1)} h_1 + A_{12}^{(2)} h_2.$$

Для армированного слоя используем понятие конструктивной ортотропии [21].

Армирующая прослойка представляет собой плоскую георешетку регулярной структуры с ячейками прямоугольной формы. Суммарная площадь поперечных сечений армирующих волокон, ориентированных вдоль оси x , приходящаяся на ширину b поперечного сечения армирующей прослойки, нормального к оси x , равна

$$A_{ax} = n_x A_{\sigma}, \quad (13)$$

где A_{σ} – площадь поперечного сечения одного волокна; n_x – количество армирующих волокон, параллельных оси x , приходящихся на ширину b поперечного сечения.

Соответственно суммарная площадь поперечных сечений армирующих волокон, ориентированных вдоль оси y , приходящаяся на ширину a поперечного сечения армирующей прослойки, нормального к оси y , равна

$$A_{ay} = n_y A_{\sigma}, \quad (14)$$

где n_y – количество армирующих волокон, параллельных оси y , приходящихся на ширину a поперечного сечения.

Заменим отдельно расположенные армирующие волокна (рис. 4, б) сплошным упругим композитным слоем толщиной h_2 (рис. 4, в) с площадями поперечных сечений, нормальных к осям x и y соответственно

$$A_{2x} = b h_2; \quad A_{2y} = a h_2 \quad (15)$$

и коэффициентами армирования

$$\omega_x = \frac{A_{ax}}{A_{2x}}; \quad \omega_y = \frac{A_{ay}}{A_{2y}}. \quad (16)$$

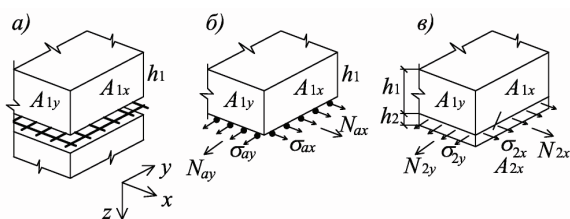


Рис. 4. Армированная плита:

а) конструктивная схема плиты;

б) схема работы плиты с армирующими волокнами;

в) схема работы плиты с композитным слоем

Illustration 4 – Reinforcing plate:
constructive plate's scheme;

b) working scheme of the reinforcing plate;

c) working scheme of the plate with the composite layer

Такая замена позволяет упростить и унифицировать расчетную модель армированного слоя, представив ее в виде двухслойной системы с различными упругими характеристиками, постоянными в пределах каждого слоя.

Полагаем, что нормальные напряжения σ_{2x} и σ_{2y} в поперечных сечениях композитного слоя двухслойной плиты, совпадающих с гранями ячейки армирующей решетки, распределены равномерно по площадям A_{2x} и A_{2y} соответственно (рис. 4, в), а их равнодействующие N_{2x} и N_{2y} определяются из равенств

$$N_{2x} = \sigma_{2x} A_{2x}, \quad N_{2y} = \sigma_{2y} A_{2y}. \quad (17)$$

Усилия в армирующих волокнах N_{ax} и N_{ay} представим выражениями

$$N_{ax} = \sigma_a A_{ax}, \quad N_{ay} = \sigma_a A_{ay} \quad (18)$$

где σ_a – нормальные напряжения в армирующих волокнах.

Учитывая равенства (16) – (18), из условий

$$N_{ax} = N_{2x}, \quad N_{ay} = N_{2y} \quad (19)$$

Получим

$$\sigma_{2x} = \omega_x \sigma_a, \quad \sigma_{2y} = \omega_y \sigma_a. \quad (20)$$

Предположим, что для плиты, состоящей из двух упругих слоев, жестко соединенных между собой, справедлива гипотеза прямых нормалей Кирхгофа-Лява.

Для расчета на изгиб многослойной плиты на упругом основании используем метод Бубнова-Галеркина [19, 22]. Функцию прогибов зададим в виде двойного тригонометрического ряда [12]

$$w(x, y) = \sum_m \sum_n w_{mn} \cdot \sin \frac{m\pi x}{a} \cdot \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (21)$$

где m и n – целые числа в диапазоне $1 \dots m$ и $1 \dots n$;

a и b – размеры плиты, м,

w_{mn} – коэффициент ряда, вычисленный по формуле,

$$w_{mn} = \frac{q_{mn}}{(D_0 + C_z)}, \quad (22)$$

здесь D_0 – общая цилиндрическая жесткость плиты [12]

$$D_0 = \left[D_{11} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^4 + 2(D_{12} + D_{33}) \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 + D_{22} \left(\frac{n\pi}{b} \right)^4 \right]; \quad (23)$$

q_{mn} – коэффициент ряда по нагрузке [18]:

$$q_{mn} = \frac{16q}{\pi^2 mn} \sin \frac{m\pi}{2} \sin \frac{m\pi \Delta x}{2a} \sin \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\pi \Delta y}{2a}, \quad (24)$$

где Δx и Δy – размеры грузовой площадки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты экспериментальных измерений упругих прогибов приведены в табл. 1, диаграммы изменения коэффициентов C_w приведены на рис. 3.

Для сравнения результатов экспериментальных измерений с теоретическими исследованиями был выполнен расчет двухслойной конструкции из щебня и песка: слой щебня толщиной $h = 0.2$ м с модулем упругости $E = 68,8$ МПа и коэффициентом Пуассона $\nu = 0,3$. Размеры плиты в плане $1,5 \times 1,5$ м. Слой песка выполняет роль упругого ос-

нования с коэффициентом постели $C_z = 116$ 308 кН/м³. Грузовая площадка в виде квадрата со стороной 0,30 м, равновеликой отпечатку колеса диаметром 0,33 м. Интенсивность равномерно распределенной нагрузки $q = 530$ кПа.

При вычислении максимального прогиба по формуле (21) было удержано три члена ряда ($m = 1, 3, 5$), что обеспечило достаточную для практических целей точность. Результаты расчетов и сопоставление с экспериментальными данными приведены в таблице 2.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что армирование стальной георешеткой позволяет снизить упругий прогиб системы «щебень-песок» до 41,1 %. Для разных размеров ячейки были получены результаты одного порядка, что лишь частично соответствует рекомендациям, изложенным в п.п. 5.1 ОДМ 218.5.002-2008, касающимся соотношений между размерами фракции щебня и ячейки георешетки. При этом прогиб, полученный в конструкции с размерами ячейки 100×100 , оказался наименьшим, что вступает в противоречие с рекомендациями упомянутого нормативного документа.

Из общего ряда данных выпадают значения, полученные для георешетки с ячейкой 100×100 мм марки РД – 60. Для данной конструкции прогиб увеличился на 9,2 %, что объясняется недоуплотнением щебня в данной серии экспериментов.

При расчете исследуемой конструкции без армирования значение прогиба составило

Таблица 1
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА
Table 1
EXPERIMENT'S RESULTS

Размер ячейки, мм	Марка армирующего материала	Упругий прогиб, w , мм	Модуль упругости на поверхности, E , МПа
50x50	РД-30	0,947	135
	РД-60	1,212	106
	РД-90	0,925	138
75x75	РД-30	0,860	149
	РД-60	0,998	128
	РД-90	0,917	140
100x100	РД-30	0,862	149
	РД-60	1,595	80
	РД-90	0,995	129
---	Без армирования	1,460	88

Таблица 2
РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ
Table 2
THEORETICAL CALCULATION'S RESULTS

Размер ячейки, мм	Марка армирующего материала	Упругий прогиб, w , мм					Погрешность, %
		$m=1$	$m=3$	$m=5$	$\bar{a}$	Эксперимент	
50×50	РД-30	0,986 7	0,011 5	0,000 1	0,998	0,947	5,39
	РД-60	0,888 6	0,009 3	0,000 1	0,898	1,212	25,79
	РД-90	0,810 5	0,007 9	0,000 1	0,818	0,925	11,57
75×75	РД-30	1,025 5	0,012 5	0,000 2	1,038	0,860	17,15
	РД-60	0,9513	0,0106	0,0001	0,962	0,998	3,61
	РД-90	0,8886	0,0093	0,0001	0,898	0,917	2,07
100×100	РД-30	1,0970	0,0137	0,0006	1,111	0,862	22,41
	РД-60	0,9867	0,0115	0,0001	0,998	1,595	59,81
	РД-90	0,9347	0,0103	0,0001	0,945	0,995	5,30

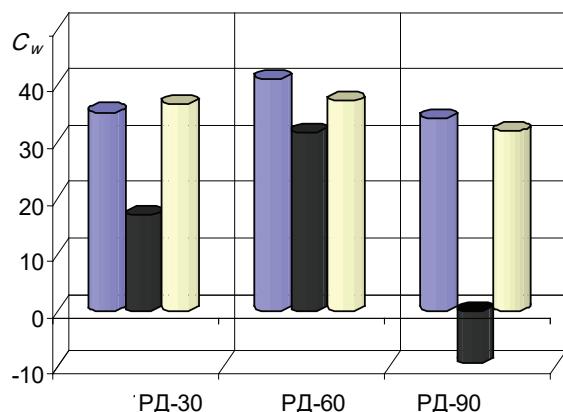


Рисунок 3 – Диаграммы изменения коэффициента C_w в зависимости от марки георешетки: 1) ячейка 50×50 мм; 2) ячейка 75×75 мм; 3) ячейка 100×100 мм
Illustration 3 – Diagrams of the C_w coefficient changing according to the geograting: 50×50 mm size cell; 2) 75×75 mm size cell; 3) 100×100 mm size cell

1,29 мм при экспериментальном значении 1,46 мм (расхождение 11,6 %). Отличие расчетной модели конструкции без армирования заключается в следующем: при толщине зернистого слоя h в расчете участвует только сжатая зона поперечного сечения слоя, поэтому расчетная толщина плиты принимается равной $h/2$. Таким образом, можно говорить, что при введении в основание дорожной одежды из щебня и песка армирующей георешетки в расчете по упругому прогибу верхний слой данной конструкции можно рассматривать как многослойную плиту на упругом основании. При этом за общую толщину многослойной плиты можно принимать полную высоту щебеночного слоя. Для неармированного варианта общая толщина

многослойной плиты уменьшается до 50 % по сравнению с армированным вариантом в зависимости от фракции щебня и коэффициента постели упругого основания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При армировании плоской георешеткой со стальными волокнами системы «щебень-песок» упругий прогиб снижается до 41 %.

2. Слой щебня, армированный уложенной в его основание георешеткой, можно рассматривать как плиту на упругом основании за счет эффекта армирования. Эффект армирования возникает вследствие того, что слой щебня, который фактически является дискретной средой и не воспринимает растягивающих напряжений, за счет механического зацепления отдельных зерен с георешеткой включается в работу на всей толщине, а не только в сжатой зоне.

3. При отсутствии армирования модель многослойной плиты позволяет исключать из рассмотрения растянутую зону зернистого основания. При этом расчетная толщина плиты уменьшается, но сохраняется универсальность расчетной модели, которая может быть успешно применена для расчета как армированного, так и неармированного основания.

4. Предложенная методика расчета армированного зернистого слоя как многослойной плиты на упругом основании с использованием технической теории изгиба методом Бубнова-Галеркина приводит к быстро сходящемуся ряду с числом членов, не превышающим трех.

5. Сопоставление теоретических и экспериментальных результатов исследования показывает хорошую их сходимость, что является подтверждением адекватности предложенной расчетной модели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Correia, N. S. Mechanical response of flexible pavements enhanced with geogrid-reinforced asphalt overlays/N. S. Correia, J. G. Zornberg // *Geosynthetics International*. – 2016.- 23(3).- pp. 183–193.
2. Scotland, I. Modelling deformation during the construction of wrapped geogrid-reinforced structures/I. Scotland, N. Dixon, M. Frost, G. Fowmes, G. Horgan // *Geosynthetics International*. – 2016.- 23(3).- pp. 219–232.
3. Liu, F.-Y. Cyclic and post-cyclic behaviour from sand-geogrid interface large-scale direct shear tests/F.-Y. Liu, P. Wang, X. Geng, J. Wang, X. Lin // *Geosynthetics International*. – 2016.- 23(2), pp. 129–139.
4. Gonzalez-Torre, I. Damage evaluation during installation of geosynthetics used in asphalt pavements /I. Gonzalez-Torre, M.A. Calzada-Perez, A. Vega-Zamanillo, D. Castro-Fresno// *Geosynthetics International*. – 2014.- 21(6).- pp. 377–386.
5. Edinçliler, A. Effects of EPS bead inclusions on stress-strain behaviour of sand /A. Edinçliler, and A.T. Özer // *Geosynthetics International*. – 2014.- 21(2).- pp. 89–102.
6. Blanc, M. Geosynthetic reinforcement of a granular load transfer platform above rigid inclusions: comparison between centrifuge testing and analytical modelling /M. Blanc, L. Thorel, R. Girout, M. Almeida // *Geosynthetics International*. – 2014.- 21(1).- pp. 37–52.
7. Biswas, A. Influence of subgrade strength on the performance of geocell-reinforced foundation systems/A. Biswas, A. Murali Krishna, and S.K. Dash// *Geosynthetics International*. – 2013.- 20(6).- pp. 376–388.
8. Lin, Y.L. Experimental and DEM simulation of sandy soil reinforced with H-V inclusions in plane strain tests /Y.L. Lin, M.X. Zhang, A.A. Javadi, Y. Lu, and S.L. Zhang// *Geosynthetics International*. – 2013.- 20(3).- pp. 162–173.
9. Tanyu, B.F. Laboratory evaluation of geocell-reinforced gravel subbase over poor subgrades /B.F. Tanyu, A.H. Aydilek, A.W. Lau, T.B. Edil, C.H. Benson// *Geosynthetics International*. – 2013. - 20(2). - pp. 47–61.
10. Lim, S.Y. Evaluation of effect of backfill particle size on installation damage reduction factors for geogrids /S.Y. Lim, J.S. McCartney // *Geosynthetics International*. – 2013. - 20(2).- pp. 62–72.
11. Ferrellec, J.-F. Modelling of ballast-geogrid interaction using the discrete-element method /J.-F. Ferrellec, G.R. McDowell // *Geosynthetics International*. – 2012.- 19(6).- pp. 470–479.
12. Матвеев С.А. Экспериментально-теоретические исследования армированного основания дорожной одежды / С.А. Матвеев, Е.А. Мартынов, Н.Н. Литвинов // *Вестник СиБАДИ*. – 2015. - № 4 (44). - С. 80-86.
13. СТО 30478650-001-2012. Георешетка дорожная армированная РД. — Красноярск: ООО «Техполимер», 2012. – 24 с.
14. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. Введ. 2013-07-01. М. : Стандартинформ, 2013. 34 с.
15. Клейн Г.К. Строительная механика сыпучих тел. М. : Стройиздат, 1977. 256 с.
16. Коренев Б.Г., Черниговская Е.И. Расчет плит на упругом основании. М. : Госстройиздат, 1962. 356 с.
17. Киселев В.А. Расчет пластин. М. : Стройиздат, 1973. 151 с.
18. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. М. : Высш. шк., 1990. 400 с.
19. Матвеев С.А., Немировский Ю.В. Армированные дорожные конструкции: моделирование и расчет. Новосибирск : Наука, 2006. 348 с.
20. Матвеев С.А. Моделирование и расчет многослойной армированной плиты на упругом основании // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2012. № 3. С. 29 – 34.
21. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин. М. : Наука, 1987. 360 с.
22. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности. М. : Высш. шк., 1982. 264 с.
23. ОДМ 218.5.002-2008 «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов», Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), Москва, 2008.

THE INFLUENCE OF THE REINFORCING PROCESS ON THE DISCRETE BASIS OF PAVEMENT DEFLECTION

S.A. Matveev, E.A. Martynov, N.N. Litvinov

ANNOTATION

The active introduction of geosynthetic materials into road construction as the reinforcing structural elements of pavements, restrains by the absence of the evidently-based and experimentally confirmed theory of calculation of pavements with reinforcing layers. The results of the two-layered base made of crushed stone and sand, which are reinforced by geogrid with steel fibers in a polyethylene sheath are presented in the article. The deformation of the reinforced structure regularities are revealed and the deformation characteristics are obtained. The calculations model of reinforced layer made of the crushed stone is considered as the multilayered plate on the elastic basis, which consists of any layers number, which are rigidly linked among themselves. The lower layer with reinforcement has the physicomechanical characteristics which are determined by Foygt's averaging method and which is significantly different from characteristics of overlying layers. The sand layer performs the role of the elastic basis. This calculations model may be used for the «without reinforcement construction». Thus the lower reinforcing layer and the layers, which are located in tensile zone are excluded from the calculation scheme. The Bubnov-Galerkina's method is used for the calculation of the multilayered plate on the elastic basis. The proved coincidence of theoretical and experimental results is received. The reinforcing effect on deflections is established in the research.

KEYWORDS: discrete pavement basis, reinforcement, geogrid, reinforcing effect, elastic basis plate, deflection.

REFERENCES

1. Correia N.S., Zornberg J.G. Mechanical response of flexible pavements enhanced with geogrid-reinforced asphalt overlays. *Geosynthetics International*, 2016, vol. 23(3), pp. 183–193.
2. Scotland I., Dixon N., Frost M., Fowmes G., Horgan G. Modelling deformation during the construction of wrapped geogrid-reinforced structures. *Geosynthetics International*, 2016, vol. 23(3), pp. 219–232.
3. Liu F.-Y., Wang P., Geng X., Wang J., Lin X. Cyclic and post-cyclic behaviour from sand–geogrid interface large-scale direct shear tests. *Geosynthetics International*, 2016, vol. 23(2), pp. 129–139.
4. Gonzalez-Torre I., Calzada-Perez M.A., Vega-Zamanillo A., Castro-Fresno D. Damage evaluation during installation of geosynthetics used in asphalt pavements. *Geosynthetics International*, 2014, vol. 21(6), pp. 377–386.
5. Edinçiler A., Özer A.T. Effects of EPS bead inclusions on stress–strain behaviour of sand. *Geosynthetics International*, 2014, vol. 21(2), pp. 89–102.
6. Blanc M., Thorel L., Girout R., Almeida M. Geosynthetic reinforcement of a granular load transfer platform above rigid inclusions: comparison between centrifuge testing and analytical modelling. *Geosynthetics International*, 2014, vol. 21(1), pp. 37–52.
7. Biswas A., Murali Krishna A., Dash S.K. Influence of subgrade strength on the performance of geocell-reinforced foundation systems. *Geosynthetics International*, 2013, vol. 20(6) pp. 376–388.
8. Lin Y.L., Zhang M.X., Javadi A.A., Lu Y., Zhang S.L. Experimental and DEM simulation of sandy soil reinforced with H–V inclusions in plane strain tests. *Geosynthetics International*, 2013, vol. 20(3), pp. 162–173.
9. Tanyu B.F., Ayidilek A.H., Lau A.W., Edil T.B., Benson C.H. Laboratory evaluation of geocell-reinforced gravel subbase over poor subgrades. *Geosynthetics International*, 2013, vol. 20(2), pp. 47–61.
10. Lim S.Y., McCartney J.S. Evaluation of effect of backfill particle size on installation damage reduction factors for geogrids. *Geosynthetics International*, 2013, vol. 20(2), pp. 62–72.
11. Ferrellec J.-F., McDowell G.R. Modelling of ballast–geogrid interaction using the discrete-element method. *Geosynthetics International*, 2012, vol. 19(6), pp. 470–479.
12. Matveev S.A., Martynov E.A., Litvinov N.N. *Eksperimentalno-teoreticheskie issledovaniya armirovannogo osnovaniya dorozhnoy odezhdi* [Experimental-theoretical studies of the reinforced pavement foundation]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 4(44), pp. 80 – 86.
13. STO 30478650-001-2012. Georeshetka dorozhnaya armirovannaya RD [Geogrids road reinforced RD]. Krasnoyarsk, Tehpolimer, 2012. 24 p.
14. GOST 20276-2012. Soils. Field methods for determining the strength and strain characteristics. Moscow, Standartinform, 2013. 34 p.
15. Kleyn G.K. *Stroitel'naya mekhanika sipuchih tel*

[Building mechanics of loose bodies]. Moscow, Stroyizdat, 1977. 256 p.

16. Korenev B.G., Chernigovskaya E.I. *Raschet plit na uprugom osnovanii* [Calculation of plates on an elastic base]. Moscow, Gosstoyizdat, 1962. 356 p.

17. Kiselev V.A. *Raschet plastin* [Calculation of plates]. Moscow, Stroyizdat, 1973. 151 p.

18. Aleksandrov A.V., Potapov V.D. *Osnovi teorii uprugosti i plastichnosti* [Fundamentals of the theory of elasticity and plasticity]. Moscow, Visshaya shkola, 1990. 400 p.

19. Matveev S.A., Nemirovskiy Y.V. *Armirovannye dorozhnye konstruktzii: modelirovaniye i raschet* [Reinforced road structures: modeling and calculation]. Novosibirsk, Nauka, 2006. 348 p.

20. Matveev S.A. *Modelirovaniye i raschet mnogosloynnoy armirovannoy pliti na uprugom osnovanii* [Modeling and calculation of a multilayer reinforced slab on an elastic base]. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy* [Structural Mechanics and Analysis of Constructions], 2012, vol. 3, pp. 29–34.

21. Ambartsumian S.A. *Teoriya anizotropnykh plastin* [The theory of anisotropic plates]. Moscow, Nauka, 1987. 360 p.

22. Samul V.I. *Osnovi teorii uprugosti i plastichnosti* [Fundamentals of the theory of elasticity and plasticity]. Moscow, Visshaya shkola, 1982. 264 p.

23. ODM 218.5.002-2008 «Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu polimernykh geosetok (georeshetok) dlia usiliya sloev dorozhnoy odezhdy iz zernistykh materialov» [Methodical recommendations on the use of geogrids for the reinforcing of layers of granular pavement], Federalnoe dorozhnoe agentstvo (Rosavtodor), Moscow, 2008.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Матвеев Сергей Александрович (г. Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор, кафедра «Мосты и тоннели», ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail: dfsibadi@mail.ru).

Matveev S.A. – doctor of technical Sciences, Professor, Siberian state automobile-highway University (SibADI), Department «Bridges and Tunnels» (644080, Omsk, Mira Av., 5, e-mail: dfsibadi@mail.ru).

Мартынов Евгений Анатольевич (г. Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент, кафедра «Мосты и тоннели», ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail: asp-evg@mail.ru).

Martynov E.A. – candidate of technical Sciences, associate Professor, Siberian state automobile-highway University (SibADI), Department «Bridges and Tunnels» (644080, Omsk, Mira Av., 5, e-mail: asp-evg@mail.ru).

Литвинов Николай Николаевич (г. Омск, Россия) – старший преподаватель, кафедра «Мосты и тоннели», ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail: niklitvinov_23@mail.ru).

Litvinov N.N., Senior Lecturer – Siberian state automobile-highway University (SibADI), Department «Bridges and Tunnels» (644080, Omsk, Mira Av., 5, e-mail: niklitvinov_23@mail.ru).

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УРАВНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО ВЫСОТЕ ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ПРОСЛОЙКИ НФС

В.Г. Гагарин, Н.Ю. Плющенко, А.Р. Косарев
ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В связи с широким применением в строительстве навесных фасадных систем (НФС) с вентилируемой воздушной прослойкой актуальными являются исследования эффективности НФС и области их применения. Проведены натурные экспериментальные исследования изменения температуры по высоте фасада в летний период. Для обработки экспериментальных данных использовано известное дифференциальное уравнение распределения температуры по высоте прослойки. Для упрощения обработки экспериментальных данных в данном дифференциальном уравнении выполнена замена переменных. Уравнение содержит два параметра, которые зависят от температуры наружного воздуха и конструктивных характеристик воздушной прослойки НФС. Эти же параметры входят и в решение данного уравнения. Уравнение представлено в конечных разностях, и при помощи него выполнено определение параметров уравнения по полученным экспериментальным данным. Представлено решение дифференциального уравнения с найденными параметрами. Расчеты по полученному уравнению сравнены с экспериментальными данными. Сравнительный анализ показал допустимую погрешность между расчетными и экспериментальными данными. Разработанная методика определения параметров уравнения позволяет определять численные значения характеристик воздушной прослойки, которые, в свою очередь, позволяют повысить точность расчетов определения эксплуатационных показателей НФС, описывающих их тепловую защиту.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: температура, воздушно-тепловой режим, вентилируемая прослойка, навесная фасадная система (НФС), тепловая защита здания.

ВВЕДЕНИЕ

Конструкции с навесными фасадными системами (НФС) хорошо известны в России [1, 2, 3, 4, 5]. Исследования воздушно-теплого режима вентилируемой прослойки НФС являются актуальными в связи с необходимостью оценки эффективности применения НФС в современном строительстве. В [1, 6] на основании уравнения баланса теплоты для элементарного слоя воздуха в прослойке НФС получено дифференциальное уравнение для температуры воздуха в прослойке, $t_{np}(x)$, в функции от высоты прослойки x :

$$x_0 \frac{dt_{np}(x)}{dx} + t_{np}(x) = t_0, \quad (1)$$

с начальным условием $t_{np}(0) = t_n$; x_0 , t_0 – параметры уравнения (1), определяемые по характеристикам НФС; t_n – температура наружного воздуха, °С.

Решение уравнения (1) в дальнейшем было модернизировано и упрощено [6]. В [7] предложено решение этого уравнения совместно с уравнением скорости движения воздуха в

прослойке [8], которое позволяет рассчитать тепловую защиту ограждающей конструкции с НФС в теплый период года с учетом влияния солнечной радиации, воздушной прослойки и теплопроводных включений – кронштейнов. Однако параметры уравнения (1), необходимые для такого расчета можно определить по параметрам воздушной прослойки с использованием экспериментальных данных по местным сопротивлениям или получить непосредственно из натурного экспериментального исследования. Известные многочисленные экспериментальные и теоретические работы [9 – 20] не ставили целью определение параметров теоретически полученных уравнений. В настоящей статье предложен метод определения параметров уравнения (1) x_0 , t_0 по результатам натурного эксперимента.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Выполнение измерений. В процессе проведения натурных экспериментальных исследований проведены измерения температуры воздуха в прослойке по ее высоте. Предложена методика обработки экспериментальных

данных, позволяющая определить параметры x_0 , t_0 . На примере полученных экспериментальных данных по предложенной методике получены значения параметров уравнения (1).

Объектом исследования стала административно-бытовая часть корпуса учебно-научно-производственной лаборатории аэродинамических и аэроакустических испытаний строительных конструкций (УНПЛ ААИСК) НИУ МГСУ по адресу: г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, корп. 19 (рис. 1). Высота административно-бытовой части корпуса от уровня земли составляет 10,1 м.



Рисунок 1 – Стена административно-бытовой части корпуса УНПЛ ААИСК с утепленным вентилируемым фасадом системы «АК-580С»

Illustration 1 – Wall of the administratively common part of the construction UNPL AAISK with the heated and ventilated system «AK-580С»

Наружные стены административно-бытовой части здания представляют собой кирпичную кладку на цементно-песчаном растворе, на которой закреплен слой утеплителя из минераловатной плиты «Baswool стандарт» толщиной 100 мм и облицовка из стальных кассет на основе с толщиной воздушной прослойки 40 мм, система НФС: АК-580С. Размер кассеты АК-580С составляет – 580х590 мм с толщиной стального слоя 0,9 мм (панели из оцинкованной стали).

Измерение температуры воздуха в вентилируемой прослойке НФС проводилось по высоте стены, ориентированной на ЮВ, с использованием контрольно-измерительных

приборов температуры воздуха (мини-логгеров данных testo174Н), предварительно установленных на утеплитель по схеме, представленной на рисунке 2.

Результаты измерений. Было проведено измерение температуры воздуха по высоте вентилируемой прослойки НФС. Средняя температура наружного воздуха в период измерения составляла 22,15°C, ветер ЗСЗ 1,5 м/с. Температура воздуха измерялась по высоте вентилируемой прослойки НФС (см. рис. 2) каждые пять минут 28.06.17 в период с 16:20 по 17:15. Такой период проведения измерений был выбран исходя из того, что температура наружного воздуха в течение него изменялась в диапазоне, не превышающем 0,1 °С.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

По результатам измерений температуры на каждой высоте НФС найдены средние значения температуры.

Методика определения параметров уравнения (1) по результатам экспериментальных измерений. Перед изложением методики определения параметров целесообразно усовершенствовать предложенные в [1, 2] решения уравнения (1). Для этого вводится замена искомой функции

$$\theta_{np}(x) = t_{np}(x) - t_n. \quad (2)$$

Рассчитанные по этой формуле значения $\theta_{np}(x_i)$, соответствующие экспериментальным значениям $t_{np}(x_i)$, изображены точками на рисунке 4.

Уравнение (1) записывается в виде:

$$x_0 \frac{d\theta_{np}(x)}{dx} + \theta_{np}(x) = \theta_0, \quad (3)$$

с начальным условием $\theta_{np}(0) = 0$.

При этом условии решение уравнения (3) имеет вид:

$$\theta_{np}(x) = \theta_0 \cdot (1 - e^{-\frac{x}{x_0}}). \quad (4)$$

В результате проведенных экспериментальных измерений формулируется следующая задача. По значениям $\theta_{np}(x_i)$, рассчитанным по экспериментальным значениям

температуры по (2) в точках по высоте воздушной прослойки $x_i, i = 1, \dots, n$, требуется определить параметры уравнения (3) x_0, θ_0 . Такая задача называется инверсной.

Определение параметров уравнения (3) по результатам экспериментальных данных основано на решении этого уравнения при его представлении в конечных разностях

$$\frac{\theta_{\text{пр}}(x_{i+1}) - \theta_{\text{пр}}(x_i)}{x_{i+1} - x_i} + \frac{1}{x_0} \theta_{\text{пр}}(x_i) = \frac{\theta_0}{x_0}. \quad (5)$$

Для определения параметров экспериментальные точки наносятся на плоскость

в координатах $\frac{d\theta_{\text{пр}}(x)}{dx}, \theta_{\text{пр}}(x)$. В соответствии с уравнением (3) эти точки должны составить прямую, поэтому через данные точки проводится прямая, которая пересекает ось $O - \frac{d\theta_{\text{пр}}(x)}{dx}$ в точке с координатой, равной

$\frac{\theta_0}{x_0}$. Наклон прямой при этом равен $\frac{1}{x_0}$. По этим значениям очевидным способом определяют параметры x_0, θ_0 . Коэффициенты уравнения прямой на рис. 3 определяются методом наименьших квадратов.

Обработка результатов измерений. По

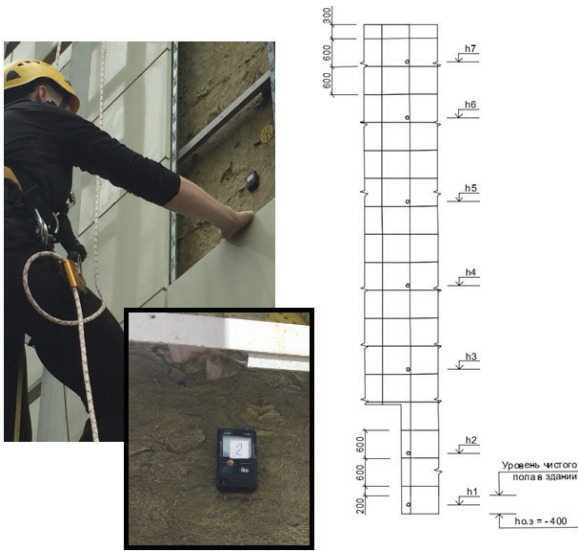


Рисунок 2 – Отметки, на которых измерялась температура воздуха в вентилируемой прослойке НФС с использованием мини-логгеров данных testo 174H
Illustration 2 – Altitudes on which the air temperature is taken with the usage of the mini-logger 174H testo

изложенной методике проведена обработка полученных экспериментальных данных (табл. 2). Соответствующие экспериментальным данным точки, нанесенные на плоскость, и прямая, проведенная через них, представлены на рисунке 3. Характеристики этой прямой позволяют получить параметры уравнения (1).

Таблица 1
ИЗМЕРЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО ВЫСОТЕ ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ПРОСЛОЙКИ НФС
Table 1
CALCULATED AIR TEMPERATURE ON THE HEIGHT VENTILATED LAYER

№ п/п	Высота отметки измерения h, м	Измеренная в течение часа через 5 мин температура воздуха в вентилируемой прослойке НФС, °C												Среднее значение температуры воздуха в вентилируемой прослойке НФС, °C
		22	22	22	22,2	22,2	22,2	22,2	22,1	22,1	22,2	22,3	22,3	
1	0,2	22	22	22	22,2	22,2	22,2	22,2	22,1	22,1	22,2	22,3	22,3	22,15
2	1,3	22,2	22,1	22,2	22,5	22,5	22,5	22,5	22,4	22,5	22,5	22,5	22,6	22,42
3	3,1	22,6	22,5	22,6	22,7	22,7	22,8	22,8	22,7	22,7	22,8	22,8	22,8	22,71
4	4,9	22,7	22,7	22,7	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,9	22,9	22,9	22,80
5	6,7	22,8	22,8	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,8	22,8	22,8	22,9	22,9	22,86
6	8,5	22,8	22,8	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,8	22,9	22,9	22,9	22,9	22,88
7	9,7	22,8	22,8	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,88

Таблица 2

ЗАВИСИМОСТИ $d\theta_{\text{пр}}(x)/dx$ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ПРОСЛОЙКЕ ПО ВЫСОТЕ ФАСАДА, θ , °C

Table 2
DEPENDENCE OF THE AIR TEMPERATURE IN THE HEIGHT VENTILATED LAYER, θ , °C

№ п/п, i	x , м	Средние значения температуры воздуха в вентилируемой прослойке НФС, t , °C	Значения функции, рассчитанной по (2) θ , °C	Конечно-разностное представление $\frac{d\theta_{\text{пр}}(x)}{dx}$
1	0,2	22,15	0	0,245
2	1,3	22,42	0,27	0,161
3	3,1	22,71	0,56	0,05
4	4,9	22,80	0,65	0,033
5	6,7	22,86	0,71	0,011
6	8,5	22,88	0,73	0
7	9,7	22,88	0,73	

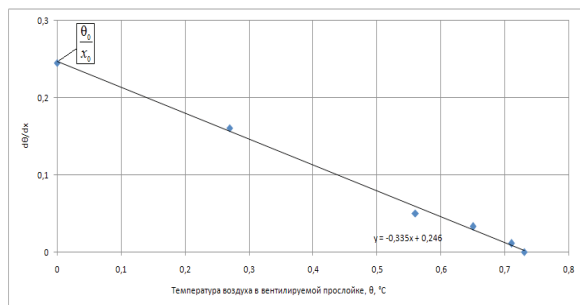


Рисунок 3 – График зависимости $d\theta_{\text{пр}}(x)/dx$

температуры воздуха в вентилируемой прослойке по высоте фасада, θ , °C
Illustration 3 – Crossplot from the air temperature in the height ventilated layer, θ , °C

Применение рассмотренного выше метода обработки экспериментальных данных позволило получить параметры уравнения (3) $x_0=2,97$ м и $\theta_0=0,73$ °C.

При полученных значениях параметров x_0 и θ_0 решение уравнения (3), описывающее изменение температуры по высоте воздушной прослойки, принимает вид:

$$\theta_{\text{пр}}(x) = 0,73 \cdot \left(1 - e^{-\frac{x}{2,97}}\right). \quad (6)$$

Кривая, соответствующая этому уравнению, представлена на рисунке 4. Относительное среднее квадратичное отклонение экспериментальных значений от рассчитанных по уравнению (6) составляет 0,1. Полученное значение показывает допустимую погрешность между расчетными и экспериментальными данными.

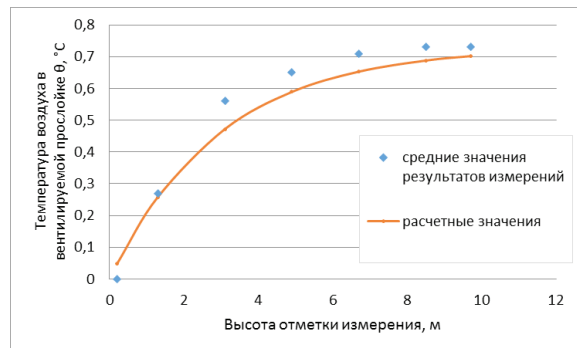


Рисунок 4 – Изменение средних значений температуры воздуха в вентилируемой прослойке НФС по высоте стены административно-бытовой части корпуса УНПЛ ААИСК, ориентированной на ЮВ

Illustration 4 – Modification of the average temperature in the height ventilated layer oriented on the South-East

В [1 и 2] получено, что воздух, поступающий в вентилируемую прослойку, изменяет свою температуру до некоторого неизменного значения t_0 . Если t_n – начальная температура воздуха на входе в прослойку, то величина $(t_0 - t_n)$ является по своему физическому смыслу предельным отклонением температуры воздуха в вентилируемой прослойке от своего начального значения. Величина x_0 – это высота, на которой разность температур $(t_0 - t_{\text{пр}})$ становится меньше своего предельного значения $(t_n - t_0)$ в e раз. При этом значение t_0 зависит только от условий передачи теплоты через ограждение и не связано с начальной температурой воздуха на входе в прослойку НФС. Уравнение (2) позволило рассчитать по значению параметра θ_0 значение параметра $t_0 = 22,9$ °C.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования воздушно-теплого режима вентилируемой прослойки НФС проведено натурное измерение температуры воздуха по ее высоте. Проведена обработка полученных экспериментальных данных по разработанной методике определения параметров теоретически полученного уравнения. Полученные значения параметров X_0 , t_0 уравнения (1) позволяют с большой точностью рассчитать распределение температуры по высоте прослойки, что указывает на возможность применения рассмотренного метода для уточнения расчетных значений параметров, которые используются при расчетах тепловой защиты НФС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором. // Журнал АВОК. 2004, № 2 С. 20 – 26, № 3 С. 20 – 26.
2. Умнякова Н.П. Прообразы конструкций вентилируемых фасадов в зданиях древней Руси // Жилищное строительство. 2012. № 6. С. 25 – 28.
3. Гагарин В.Г. О некоторых теплотехнических ошибках, допускаемых при проектировании вентилируемых фасадов // АВОК. 2005. № 2. С. 52 – 58.
4. Умнякова Н.П. Теплозащитные свойства эксплуатируемых навесных вентилируемых фасадных конструкций. // Жилищное строительство. 2011. № 2. С. 2 – 6.
5. Туснина В.М., Емельянов Д.А. К вопросу расчета и проектирования навесных фасадных систем // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 3. С. 38 – 42.
6. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Лушин К.И. Скорость движения воздуха в прослойке навесной фасадной системы, при естественной вентиляции. // Жилищное строительство. 2013. № 10. С. 14 – 17.
7. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Лушин К.И., Плющенко Н.Ю. Учет теплопроводных включений и вентилируемой прослойки при расчетах сопротивления теплопередаче стены с навесной фасадной системой (НФС). // Строительные материалы. 2016. № 6 стр. 32 – 35.
8. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М. 1982. 416 с.
9. Sedlbauer K., Künzel H.M. Luftkonvektionseinflüsse auf den Wärmedurchgang von belüfteten Fassaden mit Mineralwollendämmung // WKSБ. 1999. Jg. 44. H. 43.
10. Машенков А.Н., Косолапов Е.А., Чебурканова Е.В. Общая система уравнений Буссинеска для одномерной свободной конвекции в плоском вертикальном слое. // Приволжский научный журнал. 2012. №2. С. 93-98.
11. Gagliano A., Patania F., Nocera F., Ferlito A., Galesi A. Thermal performance of ventilated roofs during summer period // Energy and Buildings. June 2012. Volume 49. P. 611–618
12. Туснина О.А., Емельянов А.А., Туснина В.М. Анализ теплотехнических свойств различных конструктивных систем навесных вентилируемых фасадов // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 8. С. 54 – 63.
13. Корнилов Т.А., Рахматуллин А.А. О состоянии вентилируемых фасадных систем в Якутии // Жилищное строительство. 2007. № 6. С. 25 – 32.
14. Нетишина К.А., Рязанова Г.Н. Критерии оценки качества возведения вентилируемых фасадов // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7. № 2. С. 4 – 8.
15. Синецына А.С. Оценка влияния внешних факторов на скорость воздушного потока и влагоудаления из воздушного зазора вентилируемого фасада // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 1(40). С. 46 – 50.
16. Гагарин В.Г., Гувернюк С.В., Лушин К.И. Моделирование эмиссии волокон из минераловатного утеплителя навесной фасадной системы с вентилируемой прослойкой. // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 9. С. 27 – 29.
17. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О нормировании теплозащиты и требованиях расхода энергии на отопление и вентиляцию в проекте актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий». Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-2 (50). С. 468-474.
18. Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления здания // Жилищное строительство. 2014. № 6. С. 3 – 7.
19. Киселёв И.Я. Особенности теплопереноса через минераловатные изделия // Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 2. С. 103 – 105.
20. Умнякова Н.П. Расчет температуры воздуха в вентилируемой воздушной прослойке вентфасада с учетом ветра // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 6(994). С. 36 – 37.

THE EXPERIMENTAL DETERMINATION METHODOLOGY OF THE PARAMETERS IN THE EQUATION OF THE AIR TEMPERATURE DISTRIBUTION ON THE HFS HEIGHT

V.G. Gagarin, N.Yu. Plyushchenko, A.R. Kosarev

ANNOTATION

The research of the HPS effectiveness and the area of their application because of the wide application in the construction of hinged facade systems (NFS) with a ventilated air interlayer is actual nowadays. The full-scale experimental study of the temperature change in the facade height in the summer period is carried out. The differential equation for the distribution of temperature along the interlayer height is used for the process of the experimental data. To simplify the processing of the experimental data, in this differential equation the variability is made. The equation contains two parameters, which depend on the temperature of the outside

solution. The equation is represented in finite differences and by means of such equation the determination of the parameters of the equation from the experimental data is obtained. The calculation of the differential equation with the found parameters is presented. The calculations from the obtained equation are compared with the experimental data. The comparative analysis shows an acceptable error between calculated and experimental data. The developed technique for the equation parameters' determination makes it possible to find the numerical values of the air gap characteristics, which would increase the calculations' accuracy for the operational HFS parameters' determination in their thermal performance.

KEYWORDS: temperature, air-thermal behavior, ventilated air gap, Hinged Facade System (HFS), thermal building performance.

REFERENCES

1. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Tsykanovsky E.Yu. Raschet teplozashiti fasadov s ventiliruemim zazorom [Calculation of thermal insulation of facades with ventilated air gap]. Zhurnal AVOK, 2004, no 2 pp. 20 – 26 ; no 3, pp. 20 – 26.
2. Umnyakova N.P. Proobrazy konstruksii ventiliruyemykh fasadov v zdaniyakh drevney rusi [Prototypes of the designs of ventilated facades in buildings of ancient Russia]. Zhilishchnoye stroitel'stvo, 2012, no 6, pp. 25 – 28.
3. Gagarin V.G., O nekotorykh teplochnicheskikh oshibkakh, dopyskaemih pri proektirovanii ventiliruemykh fasadov [About some thermal errors in the design of ventilated facades]. AVOK, 2005, no 2, pp. 52 – 58.
4. Umnyakova N.P. Teplozashitnie svoystva ekspluatiruemykh navesnih ventiliruemykh fasadnih konstruksii [Thermal insulation properties operated ventilated facade constructions]. Zhilishnoe stroitel'stvo, 2011, no 2, pp.2 – 6.
5. Tushina V.M., Emel'yanov D.A. K voprosy rascheta u proektirovaniya navesnih fasadnih sistem [To the question of calculation and design of curtain facade systems]. Promishlennoe u grazhdanskoe stroitel'stvo, 2016, no 3, pp. 38 – 42.
6. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Lushin K.I. Skorost' dvizheniya v prosloyke navesnoy fasadnoy sistemi, pri estestvennoy ventilyatsii [The velocity of air within the layer of the suspended facade system, with natural ventilation]. Zhilishnoe stroitel'stvo, 2013, no 10, pp. 14 – 17.
7. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Lushin K.I., Plushenko N.Yu. Uchet teploprovodnykh vklucheni u ventiliruemykh prosloyki pri raschetakh soprotivleniya teploperedache steni s navesnoy fasadnoy sistemoy (NFS) [Accounting of heat-conducting inclusions and ventilated layer in the calculations of thermal resistance of the wall with a hinged facade systems (HFS)]. Stroitel'nie materialy, 2016, no 6, pp.32 – 35.
8. Bogoslovsky V.N. Stroitel'naya teplofizika [Building Thermophysics]. Moscow, 1982, 416 p.
9. Sedlbauer, K., Künzel, H. M. Vliyanie konveksii vozdukh na teploperedachu ventiliruyemykh fasadov s mineralovatnym uteplitelem [Air convection influence on the heat transfer of ventilated facades with mineral wool insulation]. WKSB, 1999, vol. 44, no 43, pp. 134 – 141.
10. Mashenkov A.N., Kosolapov E.A., Cheburkanova E.V. Obshaya sistema uravnenii Bissineska dlya odnomerniy svobodnoy konveksii v ploskom vertikal'nom sloe [The total system of equations for one-dimensional Boussinesq free convection in a flat vertical layer]. Privolzhskii nauchnii zhurnal, 2012, no 2, pp. 93 – 98.
11. Gagliano A., Patania F., Nocera F., Ferlito A., Galesi A. Teplovie harateristiki ventiliruemykh krish v letnii period [Thermal performance of ventilated roofs during summer period]. Energy and Buildings, 2012, vol. 49, pp.611 – 618.
12. Tushina O.A., Emel'yanov A.A., Tushina V.M. Analiz teplochnicheskikh svoystv razlichnih konstruktivnykh sistem navesnih ventiliruemykh fasadov [Analysis of thermal properties of different structural systems of hinged ventilated facades]. Inzhenerno-stroitel'nii zhurnal, 2013, no 8, pp. 54 – 63.
13. Kornilov T.A., Rahmatullin A.A. O sostoyanii ventiliruemykh fasadnih sistem v Yakutii [Status of ventilated

facade systems in Yakutia]. Zhilishnoe stroitel'stvo, 2007, no 6, pp. 25 – 32.

14. Netishina K.A., Ryazanova G.N. Kriterii otsenki kachestva vozvedeniya ventiliruemykh fasadov [Criteria for assessing the quality of erection of ventilated facades]. Gradostroitel'stvo u arkhitektura, 2017, vol, 7, no 2, pp.4 – 8.

15. Sinitsina A.S. Otsenka vkiyaniya vneshnih faktorov na skorost' vozdušnogo potoka b vlagoydaleniya iz vozdušnogo zazora ventiliruемого fasada [Assessment of the impact of external factors on the rate of air flow and dehumidification of the air gap of a ventilated façade]. Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobsheniya, 2017, no 1(40), pp.46 – 50.

16. Gagarin V.G., Guvernuyuk S.V., Lushin K.I. Modelirovanie emissii volokon iz mineral'nogo utepliteleya navesnoy fasadnoy sistemi s ventiliruemykh prosloykoy [Simulation of emission of the fibers of mineral wool insulation suspended facade system with a ventilated interlayer]. Promishlennoe u grazhdanskoe stroitel'stvo, 2013, no 9, pp. 27 – 29.

17. Gagarin V.G., Kozlov V.V. O normirovanii teplozashiti u trebovaniyahrashoda energii na otoplenie u ventilyatsiyu v proekte aktualizirovannoy redaktsii SNiP «Teplova zashita zdaniy» [On the normalization of the thermal protection and the requirements of energy consumption for heating and ventilation in draft of the updated version of SNiP «thermal protection of buildings»]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta, stroitel'stvo u arkhitektura, 2013, no 31-2(50), pp.468 – 474.

18. Gagarin V.G., Nekudov A.Yu. Uchet teplochnicheskikh neodnorodnostey ograzhdenii pri opredelenii teplovoy nagruzki na sistemy otopleniya zdaniya [Accounting of thermal inhomogeneities fences when determining the heat load on the heating system of the building]. Zhilishchnoye stroitel'stvo, 2012, no 6, pp.3 – 7.

19. Kiselov I.YA. Osobennosti teploperenosha cherez mineralovatnyye izdeliya [Features heat transfer through mineral wool products]. Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo, 2017, no 2, pp.103 – 105.

20. Umnyakova N.P. Raschet temperatury vozdukh v ventiliruyemykh vozdušnuykh prosloyke ventfasada s uchedom vetra [Calculation of air temperature in the ventilated air gap of the ventilated façade with the wind]. BST: Byulleten' stroitel'noy tekhnika, 2017, no 6(994), pp.36 – 37.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гегарин Владимир Геннадьевич (г. Москва, Россия) – доктор технических наук, профессор, Scopus Author ID 7003607376, профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «НИУ МГС» (129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26, e-mail: gagarinv@yandex.ru).

Gagarin Vladimir Gennadievich (Moscow, Russia) – doctor of Technical Sciences, Professor, Scopus Author ID 7003607376, Professor of the Department of «Heat and Gas Supply and Ventilation» FGBOU V NIU MGS (129337, Central Federal District, Moscow, Yaroslavl'skoe shosse, d.26, e-mail: gagarinv@yandex.ru).

Плющенко Наталья Юрьевна (г. Москва, Россия) – старший преподаватель, Scopus Author ID 57192381300, старший преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ» (129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26, e-mail: Natasha_tgv@mail.ru).

Plyushchenko Natalia Yurevna (Moscow, Russia) – senior Lecturer, Scopus Author ID 57192381300, Senior Lecturer of the Department of «Heat and Gas Supply and Ventilation» FGBOU V NIU MGSU (129337, Central Federal District, Moscow, Yaroslavl highway, 26, e-mail: Natasha_tgv@mail.ru).

Косарев Александр Романович (г. Москва, Россия)

– магистрант, магистрант, направление подготовки 08.04.01 «Строительство», профиль «Энергоэффективность и энергосбережение в зданиях, ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ» (129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26, e-mail: beloglazov_ar@rambler.ru).

Kosarev Alexander Romanovich (Moscow, Russia) – master student, master student, training course 08.04.01 «Construction», profile «Energy Efficiency and Energy Saving in Buildings, FGBOU VO» NIU MGSU «(129337, Central Federal District, Moscow, Yaroslavlshoshe, d. 26, e-mail: beloglazov_ar@rambler.ru).

УДК 711:625.712

ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В РОССИЙСКИХ ГОРОДАХ: ПЕРСПЕКТИВЫ АКТУАЛИЗАЦИИ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГОРОДСКИХ УЛИЦ

Е.С. Преловская^{1,2}, А.Г. Левашев², А.Ю. Михайлов², Б. Энгель³

¹ООО «ЦТТ», г. Иркутск, Россия;

²Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия;

³Технический университет Карлсруэ, г. Карлсруэ, Германия

АННОТАЦИЯ

По результатам анализа нормативной и научно-технической отечественной и зарубежной литературы по вопросам формирования, функционирования УДС и проектирования уличного пространства, сформирована обобщённая классификация городских улиц. Классификация обобщена с учетом закономерности соотношения транспортных и средообразующих функций городских улиц и определении на их основе значимости роли улицы в городской среде как общественного пространства (функция «места») и мультимодальной коммуникации (функция «передвижения»). Функция «места» рассматривает тип и концентрацию объектов тяго-тени по фронту застройки улицы, т.к. данные факторы влияют на характер использования улицы и определяют особенности формирования структуры городской мобильности. Кроме градостроительных характеристик территории классификационная матрица учитывает технические параметры уличного пространства и иерархию приоритетов способов передвижений. Апробация обобщенной классификации произведена на примере центральной части г. Иркутска, по результатам которой рекомендованы следующие типы улиц: городской бульвар, улица смешенного движения, мультимодальная улица, улица преимущественного движения пользователей общественного транспорта и не моторизованных участников дорожного движения. Сформированная классификация позволит при проектировании уличного пространства выбирать соответствующие типы улиц, с целью повышения комфортности городской среды, посредством сбалансированности функций застройки и структуры мобильности ее пользователей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспортное планирование; городская мобильность; классификация городских улиц; проектирование уличного пространства.

Благодарности: настоящее исследование проведено в рамках выполнения задания совместного гранта Министерства образования и науки РФ и Службы академических обменов Германии (DAAD).

ВВЕДЕНИЕ

С растущим уровнем автомобилизации, как сопутствующим эффектом урбанизации и субурбанизации современных российских горо-

дов, выдвигаются новые требования к обеспечению городской мобильности с точки зрения энергоэффективности, экологичности, повышению безопасности и комфорта. В ответ на негативные последствия роста автомобилиза-

ции в зарубежном градостроительстве на рубеже XX века появились такие концепции, как «sustainable development» (сбалансированное развитие), а также «livable city», «complete streets», (комфортный город, полноценные улицы), ставшие основой философии движения «новый урбанизм». Произошло изменение парадигмы городской мобильности с автомобиле ориентированного развития к устойчивым транспортным системам. Пересмотрено отношение к организации транспортного обслуживания городов – придается приоритет «green mobility» (устойчивой городской мобильности). Как следствие, сформулирован новый подход к формированию сети городских улиц, рассматриваемых как общественные пространства и мультимодальные коммуникации. Современные зарубежные классификации городских улиц [1-5] находятся в тесной взаимосвязи с типом и функциями прилегающей застройки, так как эти показатели напрямую влияют на характер использования улицы, определяющий требования к планированию УДС и дизайну уличного пространства.

Существующие отечественные классификация УДС и нормы проектирования городских улиц [6] базируются на технических характеристиках и осуществляется в расчете на пропускную способность индивидуальных транспортных средств, в то время как пешеходы и велосипедисты находятся на «дне иерархии» способов передвижений. В существующей классификации отсутствуют типы улиц, обладающие одновременно высокой значимостью функции «передвижения» и функции улицы как общественного пространства – функции «места». Таким образом, в настоящее время крайне актуальна задача разработки методики проектирования УДС российских городов как мультимодальных коммуникаций и городских общественных пространств, способствующей формированию устойчивой городской мобильности и повышению качества городской среды.

С целью повышения комфортности городской среды на основе развития норм и методики проектирования городских улиц поставлена задача выполнить анализ научных исследований, классификаций и норм проектирования городских улиц, отечественного и зарубежного опыта планирования УДС и сформировать обобщенную классификацию городских улиц. Формируемая обобщенная классификация городских улиц кроме транспортных функций

должна также учитывать градостроительный контекст, под которым понимается функции и характер использования прилегающей к улице застройки. Классификация должна стать частью разрабатываемой в дальнейшем методики проектирования полноценных городских улиц, как мультимодальных коммуникаций и общественных городских пространств.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В рамках исследования проведен анализ нормативной и научно-технической отечественной и зарубежной литературы по особенностям формирования и функционирования УДС и проектирования уличного пространства [7-16]. Данные аспекты представлены в зарубежной научной литературе с начала 20-40 гг. XX века, в основе которых ранее лежала функциональная классификация городских улиц по принципу «мобильность-доступ». С переходом от концепции автомобиле зависимо общества к пешеходно ориентированным городским улицам с начала 2000-х гг. сформулированы пути совершенствования подхода к проектированию комфортных полноценных городских улиц.

Выполнен сравнительный анализ классификации городских улиц Российской Федерации с современными нормами по классификации и проектированию городских улиц стран Великобритании, США и ОАЭ, Австрии, Германии [1,3-5,8,11,12]. Согласно результатам анализа, основной отличительной особенностью зарубежных аналогов является одновременное рассмотрение улиц как объекта транспортной мультимодальной инфраструктуры и общественного пространства, при этом архитектурно-планировочные особенности и технические параметры уличного пространства определяются с учетом характера прилегающей к улице застройки и установленного плана городской мобильности [17]. Проанализировав актуальные задачи, выявлены потенциалы совершенствования существующего в РФ традиционного подхода к проектированию уличного пространства, ориентированного в основном на пропускную способность транспортных средств (рис. 1а). С учетом градостроительной концепции полноценных улицы (complete street) и принципов контекстуального проектирования (context sensitive design) представлена альтернатива традиционному подходу (рис. 1б).



Рисунок 1 – Сравнение подходов к проектированию городских улиц, иллюстрация представлена с использованием графического материала руководства по проектированию городских улиц Бостона, США [3]
Illustration 1 – Comparison of approaches to the city streets, illustration is presented using the graphic material of the manual on the design of city streets in Boston, the USA

Для повышения комфортности городской среды, проектирования комфортного мультимодального уличного пространства необходима классификация городских улиц, формирующая баланс между: функциями улицы «передвижения и места» [11]; формируемой типом городской среды структурой мобильности и характеристиками УДС; конкурирующими потребностями всех способов передвижений.

В настоящем исследовании на примере зарубежного опыта рассмотрены и изучены особенности формирования УДС, структуры мобильности пользователей на примере пяти различных типов городской среды в жилом микрорайоне (жилая, жилая-смешенная); в центре города (коммерческая, торгово-развлекательная, смешенная) [18]. Настоящее исследование сфокусировано на изучении мультимодального уличного пространства. В этой связи рассмотрены планировочные особенности, набор основных элементов дизайна и технические характеристики трех мультимодальных классов улиц, не представленных в российской классификации: городские бульвары (urban boulevards), улицы преимущественного движения пользователей общественного пассажирского транспорта и не моторизированных участников дорожного движения (transit friendly streets), улицы смешенного движения (shared spaces) [19].

По результатам анализа выявлено, что каждому типу городской среды соответствуют определенные количественные и качественные показатели: плотность и этажность застройки; функциональное наполнение объектов притяжения; интенсивность и скорость движения транспортных средств; плотность

УДС; наличие движения различных видов общественного транспорта и др. При этом, все данные показатели должны находиться во взаимосвязи с формируемой типом застройки структурой мобильности (распределение всех передвижений по способам), с целью обеспечения комфортности городской среды.

Результаты данного анализа послужили базой для обобщения зарубежных классификации городских улиц на основе закономерности соотношения транспортных и средообразующих функций. Проведена систематизация зарубежных классификаций по принципу аналогии значимости функций «передвижения» и «места» для выявления классификационных типов улиц, схожих по техническим характеристикам и планировочным особенностям. В результате, сформирована обобщенная классификационная матрица городских улиц, учитывающая транспортные функции: скоростные ограничения, интенсивность движения транспортных средств и ограничения по минимальной ширине красных линий, и средообразующие – функцию «места» (рис.2).

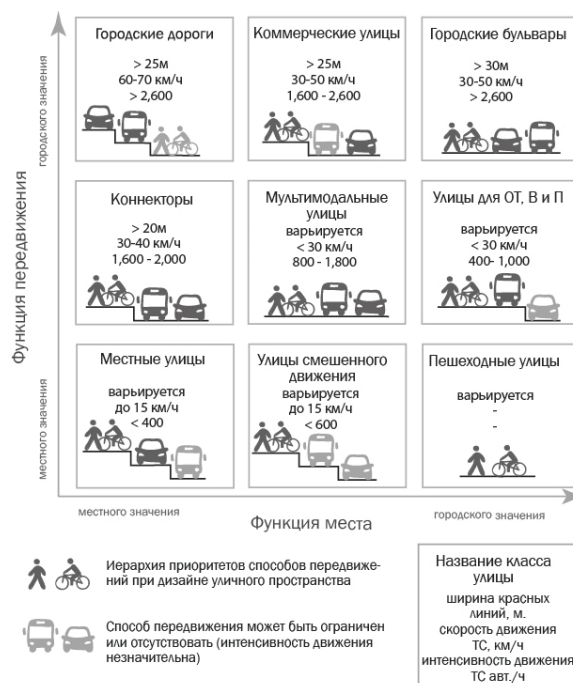


Рисунок 2 – Обобщенная классификация городских улиц на основе матрицы функций «передвижения и места», иллюстрация представлена с использованием графического материала руководства по проектированию городских улиц Лондона, Великобритания [12]
Illustration 2 – Generalized classification of the city streets based on the matrix of the «movement and place» functions, illustration is presented using graphic material guidelines for the design of the city streets in London, UK

Обобщенная классификационная матрица основана на определении значимости функций улицы в городской среде: общественного пространства (функция «места») и мультимодальной коммуникации (функция «передвижения»). Каждому классу соответствует определенное сочетание значимости функций «передвижения и места» от местного до городского значения. При этом, приоритетность способов передвижений, исходя из интенсивности движения транспортных средств, в классификации представлена в диагональном направлении от автомобиле ориентированных городских улиц, к мультимодальным улицам и пешеходно ориентированному уличному пространству. Также каждому классу в матрице соответствует иерархия приоритетов способов передвижений при дизайне уличного пространства, присвоенная на основе закономерности соотношения транспортных и средообразующих функций улицы.

При проектировании городских улиц сформированная классификационная матрица позволит учитывать местный контекст территории землепользования – тип и концентрацию объектов тяготения, т.к. данные факторы влияют на то, как улица используется и определяют особенности формирования структуры городской мобильности. Кроме градостроительных характеристик территории классификационная матрица учитывает технические особенности уличного пространства и иерархию приоритетов способов передвижений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Смешенная застройка городского центра выбрана экспериментальной площадкой исследования, поскольку решение вопросов в центре города является наиболее комплексной задачей транспортного планирования. Апробация результатов представлена на примере участка городского центра г. Иркутска. Согласно концепции развития территории существующее торгово-офисное ядро города преобразуется в застройку смешенного типа посредством дополнения и рассредоточения различных функций объектов притяжения. Входящими параметрами для апробации результатов исследования служили перспективная оценка транспортного спроса, рекомендованные целевая структура мобильности и классы улиц для застройки городского центра. Целевая структура мобильности представляет набор условий, в частности какой способ должен превалировать по количеству передвижений в общей структуре, на основе которой

совместно с иерархией приоритетов способов передвижений формируется дизайн каждого в отдельности участка УДС.

Уточнение предлагаемого набора классов улиц из матричной классификации для исследуемого участка УДС произведено с использованием метода кластерного анализа. Все сегменты УДС были разбиты на классы, которые соответствуют обобщенной матричной классификации для центральной части города, за исключением случаев, когда участок УДС требует мероприятий по его совершенствованию. Выявлены потенциальные группы улиц, характерные особенности которых позволяют назначить им соответствующий класс (пешеходные улицы, улицы для преимущественного движения общественного транспорта и пешеходов, мультимодальные улицы), при различных условиях: внесении дополнительных функций притяжения, увеличении объема генерации посещений объектов по фронту застройки; сокращении интенсивности и скорости движения транспортных средств или ограничении некоторых способов передвижений.

По результатам кластерного анализа, для исследуемого участка выявлено четыре наиболее характерных класса улиц, выбор которых осуществляется в зависимости от сочетания интенсивности посещений объектов жилья и объектов культурно-досугового и прочего назначения по фронту застройки сегмента УДС. Они включили: городские бульвары; улицы преимущественного движения общественного транспорта, велосипедистов и пешеходов; улицы смешенного движения и мультимодальные улицы (рис.3).

С учетом рекомендованных классов улиц согласно обобщенной матричной классификации, рекомендованы мероприятия по изменению схемы ОДД, в т.ч: увеличение связности и доступности территории, введение скоростного ограничения транспортных средств; введение ограничения на сквозное движение индивидуальных транспортных средств в зонах наивысшей активности немоторизированных пользователей и пользователей общественного транспорта, при обеспечении подъезда к паркингам; развитие непрерывной системы комфортных озелененных пешеходных и велосипедных коммуникаций. Детализация дизайна поперечных профилей должна производиться согласно установленной для классов улиц иерархии приоритетов способов передвижений, способствуя формированию устойчивой городской мобильности и повышению комфортности городской среды.



Рисунок 3 – Базовые варианты поперечных профилей для уличного пространства смешенного типа застройки городского центра
Illustration 3 – Basic versions of the transverse profiles for street space mixed type of the urban development

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные предпосылки развития устойчивой городской мобильности и повышения качества городской среды в российских городах актуализируют необходимость разработки методики, которая позволит проектировать сбалансированные городские улицы одновременно как мультимодальные коммуникации и городские общественные пространства.

Результаты настоящего исследования по формированию обобщенной матричной классификации послужат базой для разработки современной методики проектирования городских улиц. Сформированная классификация позволит при проектировании уличного пространства выбирать соответствующие типы улиц, с целью повышения комфортности городской среды, посредством сбалансированности функций застройки и структуры мобильности ее пользователей. Дальнейшую оценку решений по реформированию сети улиц следует выполнять с помощью методов транспортного моделирования [20], на основе которого прогнозировать перераспределение транспортных потоков с учетом изменения функциональных характеристик использования территории и смены иерархии приоритетов способов передвижений. Среди предлагаемых потенциальных вариантов, оптимальным будет тот, который подойдет по техническим характеристикам уличного пространства и по результатам моделирования в рамках УДС города при прочих равных условиях позволит достичь наибольшего прироста мобильности населения в пользу не моторизированных способов передвижения и использования общественного транспорта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abu Dhabi Urban Planning Council (UPC). Urban Street Design Manual [Электронный ресурс]. – Режим до-

ступа: [http://www.upc.gov.ae/template/upc/pdf/Street%20Design%20Manual%20English%20\(small\)%20FINAL.pdf](http://www.upc.gov.ae/template/upc/pdf/Street%20Design%20Manual%20English%20(small)%20FINAL.pdf). Дата обращения 10.10.2017.

2. Better Streets, Better Places: Delivering Sustainable Residential Environments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.odpm.gov.uk/stellent/groups/odpm_planning/documents/pdf/odpm_plan_pdf_023006.pdf. Дата обращения 15.02.2017.

3. Bostoncompletestreetsmanual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bostoncompletestreets.org/pdf/2013/BCS_Guidelines.pdf. Дата обращения 12.03.2017.

4. Complete Streets Chicago. City of Chicago. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cityofchicago.org/content/dam/city/depts/cdot/Complete%20Streets/CompleteStreetsGuidelines.pdf>. Дата обращения 21.02.2017.

5. The Urban Street Design Guide. NACTO - National Association of City Transportation Officials, Island Press. 2012. – 320p.

6. СП 42.13330.2011. Свод правил. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89» (утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 № 820) – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 109 с.

7. B. Engel. Mobility Culture towards sustainable urban transport planning. Conference «Urban Mobility In Russian Cities – Perspectives For Sustainable Urban And Transport Planning». September 22nd- 23rd. 2014 Irkutsk.

8. Directives for the Design of Urban Roads. RAST 06. Road and Transportation Research Association. VGSV Verlag GmbH. 2006. – 67p.

9. Duany, S. Sorlien, W. Wright. Smart Code Version 9 and Manual. New Urban News Publications, 2008. – 132p.

10. D1. A First Theoretical Approach to Classification of Arterial Streets. Prepared by Stephen Marshall, Univ. of Westminster. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tft.lth.se/artists/deliverD1_1.htm. Дата обращения 28.03.2017.

11. EnglandManualforstreets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/341513/pdfmanforstreets.pdf. Дата обращения 12.02.2017.

12. Roads Task Force. The vision and direction for London's streets and roads. Mayor of London: London, UK, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: content.tfl.gov.uk. Дата обращения 10.02.2017.

13. Левашев А.Г. К вопросу об оценке качества транспортного обслуживания в городах / А.Г. Левашев, М.И. Шаров, А.Ю. Михайлов // Современные проблемы транспортного комплекса России. Магнитогорск. 2013. № 3. – С. 45-53.

14. Михайлов А.Ю. И.М. Головных Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. Новосибирск : Наука, 2004. - 267 с.

15. Проект ООН Habitat «Streetasapublicspace» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://unhabitat.ru/ru/index>. Дата обращения 25.03.2017.

16. Солодянкина С.В., Пуляевская Е.В. Методика применения инструментов ландшафтного планирования в градостроительстве // Вестник ИРГТУ. 2013. № 10. С. 182 – 185.

17. Преловская Е.С., Левашев А.Г. Сравнительный анализ классификационных систем городских улиц России и зарубежных стран // Сборник статей всероссийской научной конференции / Теория современного города: прошлое, настоящее, будущее. Екатеринбург. 2016. С. 145 – 147.

18. Преловская Е.С. Городская мобильность: современные подходы проектирования УДС городов. // Сборник статей VII Всероссийская научно-практическая конференция / Авиамашиностроение и транспорт Сибири. Иркутск,

ИРНТУ, 2016. С. 166 – 170.

19. Преловская Е.С., Левашев А.Г. Городские бульвары – особый вид общественных пространств и транспортных коммуникаций. Современные тенденции развития городских систем // материалы Междунар. науч. конф., посвященной 135-летию со дня рождения проф., основателя

уральской архитектурной школы К.Т.Бабыкина (22–23 октября 2015 г.) / под ред. С.П. Постникова, Ю.С. Янковской, Е.Ю. Витюк. Екатеринбург : Архитектон, 2015. С. 140 – 145.

20. VISUMPTV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-visum/>. Дата обращения 20.11.2017.

THE SUSTAINABLE TRANSPORTATION PLANNING IN RUSSIAN CITIES: PERSPECTIVES FOR STREET CLASSIFICATION AND URBAN STREET DESIGN

E.S. Prelovskaya, A.G. Levashev, A.U. Michaylov, B. Engel

ANNOTATION

The article provides the results of the analysis of normative, scientific Russian and International literature on the issues of the features of the formation and functioning sustainable street network, also the classification of urban streets is presented. The generalized street classification is formed on the basis of the analysis results, and the approach to street design as multimodal communications and public spaces is presented. On the example of international practice, the features of sustainable street network formation in accordance with principles of green urban mobility in different types of urban environment are studied. The mixed-use development pattern of the city center is chosen as an experimental research site, because the solution of the issues in the city center is one of the most complex task for transportation planning. As a result of approbation of urban street classification and street design approach on the example of Irkutsk city center, the following street types are proposed: urban avenue, multimodal streets and preferential streets. The results of the research present a good example of the street redesign solutions for the transport management and future green transportation system development.

KEYWORDS: transportation planning; sustainable urban mobility; urban street classification; multifunctional street design.

REFERENCES

1. Abu Dhabi Urban Planning Council (UPC). Urban Street Design Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.upc.gov.ae/template/upc/pdf/Street%20Design%20Manual%20English%20\(small\)%20FINAL.pdf](http://www.upc.gov.ae/template/upc/pdf/Street%20Design%20Manual%20English%20(small)%20FINAL.pdf). Дата обращения 10.10.2017.

2. Better Streets, Better Places: Delivering Sustainable Residential Environments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.odpm.gov.uk/stellent/groups/odpm_planning/documents/pdf/odpm_plan_pdf_023006.pdf. Дата обращения 15.02.2017.

3. Bostoncompletestreetsmanual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bostoncompletestreets.org/pdf/2013/BCS_Guidelines.pdf. Дата обращения 12.03.2017.

4. Complete Streets Chicago. City of Chicago. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cityofchicago.org/content/dam/city/depts/cdot/Complete%20Streets/CompleteStreetsGuidelines.pdf>. Дата обращения 21.02.2017.

5. The Urban Street Design Guide. NACTO - National Association of City Transportation Officials, Island Press. 2012. – 320p.

6. СП 42.13330.2011. Свод правил. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89» (утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 № 820) – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 109 с.

7. B. Engel. Mobility Culture towards sustainable urban transport planning. Conference «Urban Mobility In Russian Cities – Perspectives For Sustainable Urban And Transport Planning». September 22nd- 23rd. 2014 Irkutsk.

8. Directives for the Design of Urban Roads. RAST 06.

Road and Transportation Research Association. VGSV Verlag GmbH. 2006. – 67p.

9. Duany, S. Sorlien, W. Wright. Smart Code Version 9 and Manual. New Urban News Publications, 2008. – 132p.

10. D1. A First Theoretical Approach to Classification of Arterial Streets. Prepared by Stephen Marshall, Univ. of Westminster. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tft.lth.se/artists/deliverD1_1.htm. Дата обращения 28.03.2017.

11. England Manual for streets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/341513/pdfmanforstreets.pdf. Дата обращения 12.02.2017.

12. Roads Task Force. The vision and direction for London's streets and roads. Mayor of London: London, UK, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: content.tfl.gov.uk. Дата обращения 10.02.2017.

13. Levashev A.G. K voprosu ob otsenke kachestva transportnogo obsluzhivaniya v gorodakh [On the issue of assessing the quality of urban transport services]. Sovremennyye problemyi transportnogo kompleksa Rossii [Modern problems of the transport complex of Russia]. Magnitogorsk, 2013, no 3, pp. 45 – 53.

14. Mihajlov A.U., Golovnyh I.M. Sovremennyye tendencii proektirovaniya i rekonstrukcii ulichno-dorozhnyh setej gorodov [Modern trends in design and reconstruction of urban street networks]. Novosibirsk, Nauka, 2004. 267 p.

15. United Nations Project Habitat «Street as a public space» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://unhabitat.ru/ru/index>. Дата обращения 25.03.2017.

16. Solodyankina S.V., Pulyaevskaya E.V. Metodikaprimeneniyainstrumentovlandshaftnogoplanirovaniyavgradoostroitel

'stve [Methods of applying landscape planning tools in urban planning]. VestnikIrGTU, 2013, no 10, pp. 182 – 185.

17. Prelovskaya E.S., Levashev A.G. Sravnitel'nyy analiz klassifikatsionnykh sistem gorodskikh ulic Rossii i zarubezhnykh stran [Comparative analysis of classification systems of city streets in Russia and foreign countries]. Teoriya sovremennogo goroda: proshloe, nastoyashchee, budushchee [The theory of the modern city: the past, the present, the future]. Ekaterinburg. 2016. pp. 145 – 147.

18. Prelovskaya E.S. Gorodskaya mobilnost: sovremennyye podhodyi proektirovaniya UDS gorodov [Urban Mobility: Modern Approaches to the Design of Urban Cities]. Aviamashinostroyeniye i transport Sibiri [Aircraft and transportation of Siberia]. Irkutsk, IRNITU, 2016. pp. 166 – 170.

19. Prelovskaya E.S., Levashev A.G. Gorodskie bulvary – osobyiy vid obschestvennykh prostranstv i transportnykh kommunikatsiy. Sovremennyye tendentsii razvitiya gorodskikh system [City boulevards – a special kind of public spaces and transport communications. Modern trends in the development of urban systems]. materialy Mezhdunar.nauch. konf., posvyaschennoy 135-letiyu so dnya rozhdeniya prof., osnovatelya uralskoy arhitekturnoy shkoly K.T.Babiykina (22–23 oktyabrya 2015 g.). Ekaterinburg, Arhitekton, 2015. pp. 140 – 145.

20. VISUMPTV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-visum/>. Дата обращения 20.11.2017.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Преловская Евгения Сергеевна (г. Иркутск, Россия) – магистр градостроительства, инженер по организации и управлению на транспорте ООО «ЦТТ» (664049, г. Иркутск, м-н Юбилейный, 24-48, e-mail: jessprelove@gmail.com).

Prelovskaya Evgeniya Sergeevna (Irkutsk, Russian

Federation) – master of urban planning, transport engineer in ООО «ЦТТ» (664049, Russia, Irkutsk, mcr. Yubileyniy 24-48, e-mail: jessprelove@gmail.com).

Левашев Алексей Георгиевич (г. Иркутск, Россия) – магистр градостроительства, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте Иркутского национального исследовательского технического университета (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83 e-mail: alexey.levashev@tl-istu.com).

Levashev Alexey Georgievich (Irkutsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, ass.professor, department of transportation management and logistics, Irkutsk National Research Technical University (664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontov St., e-mail: alexey.levashev@tl-istu.com).

Михайлов Александр Юрьевич (г. Иркутск, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры менеджмента и логистики на транспорте Иркутского национального исследовательского технического университета (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83).

Michaylov Aleksandr Uryievich (Irkutsk, Russian Federation) – doctor of technical sciences, professor, department of transportation management and logistics, Irkutsk National Research Technical University (664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontov St.).

Барбара Энгель (г. Карлсруэ Германия) – доктор архитектуры, профессор кафедры международного градостроительства и дизайна Технического университета Карлсруэ (76131, Германия, Карлсруэ, Englerstraße 11, e-mail: barbara.engel@kit.edu).

Barbara Engel (av. Karlsruhe, Germany) – doctor of architecture, professor, department of international urban planning and design, KIT Karlsruhe Institute of Technology (76131, Germany, Karlsruhe, Englerstraße 11, e-mail: barbara.engel@kit.edu).

УДК 691.3.5:625.7:67.08

ВЛИЯНИЕ УГЛИСТЫХ ОСТАТКОВ НА КАЧЕСТВО ЗОЛОШЛАКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.В. Сиротюк, Т.П. Троян
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

При сжигании каждой тонны угля образуется до 45 % золошлаковых отходов. Назначение допустимого количества углистых остатков, определяемых величиной потерь при прокаливании, является одним из дискуссионных вопросов при использовании золошлаков в растворах, бетонах, в качестве техногенного грунта и т.п. Некоторые исследования свидетельствуют, что эти остатки ухудшают качество золы. В других публикациях отмечается их малое влияние на свойства материалов.

В результате дифференциального термического анализа, метода низкотемпературной десорбции аргона, химических анализов установлено, что величина п.п.п. не может характеризовать пригодность золы для строительных целей, если при этом не учитываются такие характеристики углистых остатков как устойчивость к окислительному воздействию кислорода воздуха, воды, водных растворов щелочей и кислот. Опасность углистых остатков определяется не столько их количеством, сколько характеристиками углей, от которых они получены – содержанием в них витрена или фюзена.

Несмотря на то, что в процессе сгорания угольных частиц увеличивается удельная поверхность углистых (коксовых) остатков в золе (в 4-8 раз), содержание растворимой части в углистых (коксовых) остатках уменьшается (в 2-5 раз).

Допустимую величину потерь при прокаливании в золах следует назначать в зависимости от вида топлива, из которого она получена, степени его метаморфизма. Кроме этого, целесообразно дифференцировать допустимую величину потерь при прокаливании в зависимости от дисперсности золы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: топливные угли, зола-унос и золошлаковая смесь, допустимая величина потерь при прокаливании в золе для строительных технологий.

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант No 16-48-550508 p_a). Научные исследования по теме «Результаты исследований деформационных характеристик золошлаковых смесей» выполнены за счёт средств бюджета Омской области.

ВВЕДЕНИЕ

подавляющее большинство тепловых электростанций (ТЭС) в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, некоторые ТЭС в европейской части России работают на каменных и бурых углях. В соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2030 года, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. No 1715-р, эта тенденция сохранится на ближайшие десятилетия. При сжигании каждой тонны угля образуется от 10 до 45% золошлаковых отходов (ЗШО). ЗШО транспортируются в золоотвалы, образуя золошлаковую смесь (ЗШС). На территории РФ уже накоплено почти 1,6 млрд т ЗШС, а к 2030 г. (по оценкам экспертов Интер РАО ЕЭС) эта цифра достигнет 2,0 млрд. т. Только в г. Омске накоплено около 73 млн т ЗШС [1] и ежегодно эта цифра возрастает ещё на 1,6 млн т.

Согласно многочисленным исследованиям [2, 3] использование ЗШО возможно во многих отраслях промышленности. Это получение редкоземельных элементов [4], создание композитов с применением зол-уноса [5, 6], мелиорации почв, производство керамических изделий и кирпича, при катализе [7] и, конечно, в строительной индустрии [9-12]. Однако широкому использованию золошлаков в строительной отрасли мешает недостаточная изученность некоторых вопросов, например, назначение допустимой величины потерь при прокаливании (п.п.п.) является до настоящего времени одним из дискуссионных вопросов при использовании золошлаков в растворах, бетонах, в качестве техногенного грунта и т.п.

На всех современных ТЭС уголь сжигается в молотом пылевидном состоянии. В результате органическая часть углей в основном сгорает, а минеральные примеси аморфизуются от воздействия высокой температуры, улавли-

ваются и удаляются в виде тонкодисперсного порошка кремового или серого цвета – золы-уноса и шлака – пористого или плотного (рис. 1).

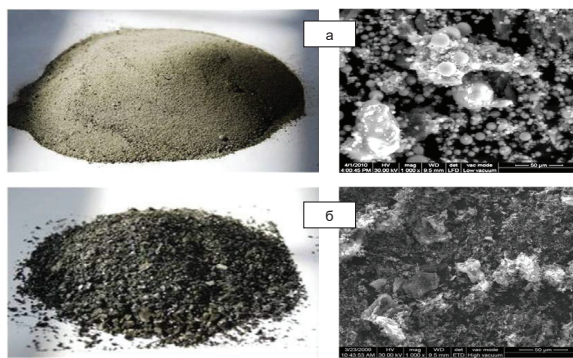


Рисунок 1 – Фотографии и микрофотографии золы-уноса (а) и шлака (б)
Illustration 1 – Photographs and microphotographs of fly ash (a) and slag (b)

В зависимости от вида угля, котлоагрегатов и режимов сжигания топлива в золе всегда присутствуют остатки несгоревшего топлива, количество которых определяют по величине потерь при прокаливании (п.п.п.). [13]. Величина п.п.п. в золе может изменяться от 2 до 25 % по массе. Некоторые исследования свидетельствуют [14, 15], что эти остатки ухудшают качество золы. В публикациях [16, 17] отмечается малое влияние п.п.п. золы на свойства материалов, в которых она используется. Таким образом, единого мнения о назначении допустимой величины п.п.п. пока нет. Российские строительные нормативы ограничивают эту величину от 5 до 20 %, зарубежные – от 3 до 10 %.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Мы считаем, что анализируя степень негативного влияния п.п.п. в тех или иных случаях,

необходимо учитывать особенности углей, от которых эта зола получена. Величина п.п.п. не может охарактеризовать пригодность золы для строительных целей, если при этом не учитываются такие характеристики углистых остатков, как устойчивость к окислительному воздействию кислорода воздуха, воды, водных растворов щелочей и кислот. Опасность углистых остатков определяется не столько их количеством – т.е. величиной п.п.п., сколько характеристиками углей, от которых они получены. Этой точки зрения придерживается ряд авторов [18 – 20].

Свойства и промышленное качество ископаемых углей определяется следующими факторами [21]:

- природой и происхождением основной органической массы;
- метаморфизмом этой органической массы;
- минеральными примесями углей.

По генезису угли подразделяются на две большие группы – гумолиты и сапропелиты. Первые образовались путём накопления остатков высших растений и их превращениями, вторые – путём накопления и видоизменения микроорганизмов [21]. Постепенно процессы метаморфизма сопровождаются переходом горючего вещества из одной стадии в другую, а именно: торф, уголь бурый, уголь каменный, уголь антрацит. Всё многообразие петрографических характеристик углей можно свести к двум основным группам (без учёта промежуточных) [21, 22] – группа витрена и группа фюзена. Микрокомпоненты группы витрена образовались в условиях недостатка кислорода, в восстановительной среде и имеют бесструктурное строение. Компоненты группы фюзена образовались при окислении, приводящем к разрушению внутреннего строения клеток, но клеточная структура сохраняется. По степени зольности фюзен стоит на первом месте, и зола его представлена минеральными компонентами. Витрен менее зольный и даёт золу преимущественно растительного происхождения [22]. Опасными в смысле агрессивности и неустойчивости являются витренизированные микрокомпоненты.

Тепловая энергетика Сибири в основном развивается на Кузнецком, Экибастузском и Канско-Ачинском угольных месторождениях [1]. Угли Кузбасса имеют широкий диапазон изменения петрографических характеристик – от фюзеновой до витреновой. Канско-Ачинский бурый уголь является носителем витрена. Петрографический состав Экибастузских углей отличается повышенным содержанием

фюзена и самой большой величиной зольности (до 45 %). Таким образом, с точки зрения петрографических характеристик органической массы и устойчивости углистых остатков наиболее благоприятными должны быть золы Экибастузских углей.

В процессе термической обработки при сжигании угольных частиц в потоке раскалённых газов с температурой в факеле до 1400 – 1600°C они претерпевают значительные изменения с протеканием пиропластических процессов. Петрографический анализ показывает, что собственно угля в золе не содержится. Имеющиеся углистые примеси представлены коксовыми и полукоксовыми остатками различной степени метаморфизма [21]. Этот вывод важен, поскольку коксовые остатки более стабильны в процессе окисления. Это подтверждается нашими экспериментальными данными (рис.2, 3).



Рисунок 2 – Действительная удельная поверхность (по десорбции аргона):
1 – Экибастузский; 2 – Канско-Ачинский; 3 – Кузнецкий
Illustration 2 – The actual specific surface area (by desorption of argon):
1 – Ekibastuz; 2 – Kansk-Achinsk; 3 – Kuznetsky

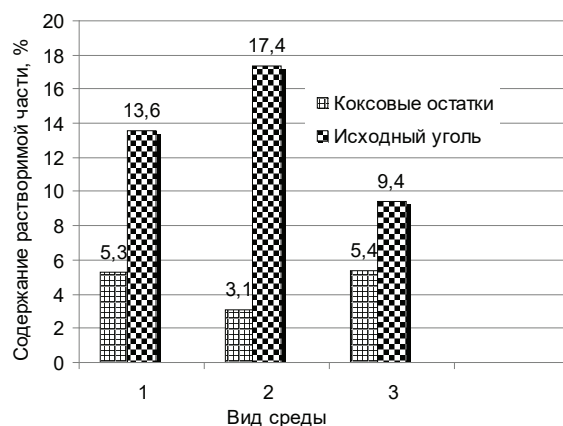


Рисунок 3 – Содержание растворимой части (Экибастузский уголь):
1 – нейтральная среда; 2 – кислая; 3 – щелочная
Illustration 3 – Soluble content (Ekibastuz coal):
1 – neutral medium; 2 – acid; 3 – alkaline

РАЗДЕЛ III. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

В процессе сгорания угольных частиц значительно увеличивается удельная поверхность углистых (коксовых) остатков в золе (в 4-8 раз). Это объясняется удалением из угля лёгких органических микроэлементов. Если угольные частицы имеют сплошную структуру, то частицы коксового остатка поризованы (рис.4).

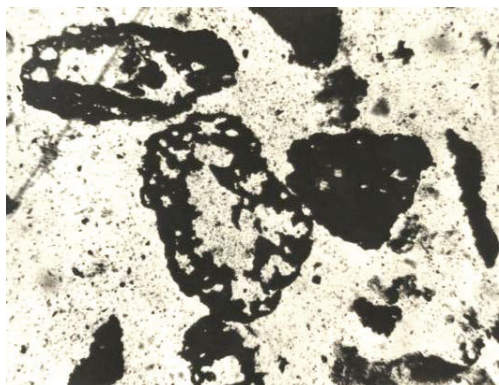


Рисунок 4 – Микрофотография частиц углистого (коксового) остатка из золы (ув.х300)
Illustration 4 – Micrograph of particles of a carbonaceous (coke) residue from ash (uh.x300)

Несмотря на значительное увеличение удельной поверхности частиц после термического воздействия, содержание растворимой части в углистых (коксовых) остатках уменьшается в несколько раз (см. рис.3).

Известно, что в золах присутствуют два вида углистых остатков – низкотемпературная фракция, выгорающая при температуре прокаливании до 500°C, и высокотемпературная, удаляющаяся при более высокой температуре.

Более опасны низкотемпературные углистые остатки. Они обладают повышенной способностью впитывать влагу, изменяясь при этом в объёме. Следствием этого является пониженная морозостойкость образцов с цементным вяжущим [23] и повышенная величина морозного пучения золошлаковой смеси [24].

В соответствии с ГОСТ 11022 величину п.п.п. в золе определяют при нагреве образцов до 815°C независимо от вида угля и степени его метаморфизма. Как показали наши исследования (рис.5), температура прокаливании существенно влияет на величину п.п.п. золы.

Основная масса углистых остатков в золе Экибастузского и Кузнецкого углей удаляется при температуре выше 500°C (до 90 %). Следовательно, углистые остатки в этих золах относятся к высокотемпературной фракции. Процесс потери массы золы Канско-Ачинского угля более растянут по диапазону температурной обработки, и разделяется на два этапа – до и после 500°C (40 и 45 % соответственно).

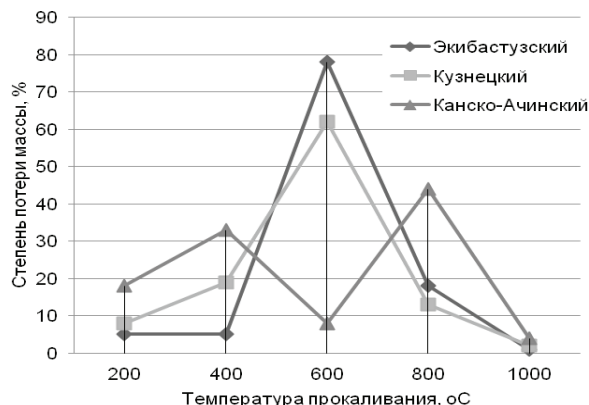


Рисунок 5 – Зависимость степени выгорания углистых остатков от температуры термообработки золы от разных углей
Illustration 5 – Dependence of burnout of carbonaceous residues from the temperature of ash heat treatment from different coals

На рис.6 представлены термограммы исходного Экибастузского угля и золы разной дисперсности, отобранной с циклонов и электрофильтров (предельная температура 800°C, скорость нагрева 5°C в минуту). Циклоны реализуют первую ступень улавливания золы из дымовых газов на ТЭС – зола более крупная. Электрофильтры применяют для второй ступени улавливания – дисперсность золы увеличивается от первого к четвёртому полю электрофильтров.

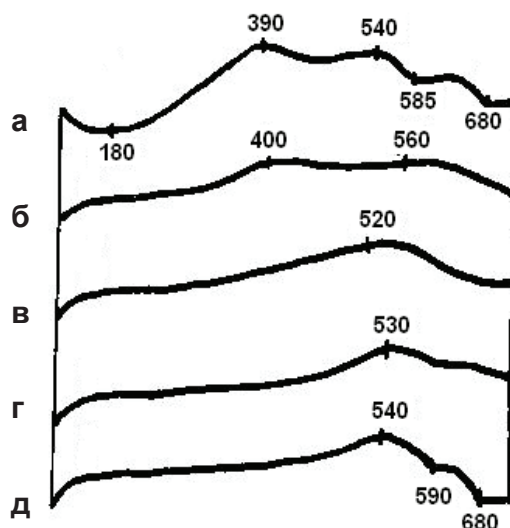


Рис.6. Термограммы: а – Экибастузского угля; б – циклонной золы; в – золы со второго поля электрофильтра; г – золы с третьего поля; д – Экибастузского угля, предварительно прокаленного при 450°C
Illustration 6 – а – Ekibastuz coal; б – cyclone ash, в – ash from the second field of the electrostatic precipitator; г – ash from the third field; д – Ekibastuz coal pre-calcined at 450 °C

На термограмме угля имеется эндотермический эффект удаления гигроскопической влаги (180°C), а также два экзотермических эффекта при 390°C и 540°C. Первый из них относится к удалению летучих компонентов низкотемпературной фракции органической части угля, второй – к удалению высокотемпературной составляющей. Температурные эффекты при 585°C и 680°C характерны для каолина, составляющего минеральную часть Экибастузского угля.

На термограмме циклонной золы остаются небольшие экзотермические эффекты при 400°C и 560°C. Обе пробы золы, отобранные с электрофильтров имеют один эффект в области 520°C – 550°C. Наличие экзотермического эффекта при 400°C у циклонной золы объясняется содержанием в ней небольшого количества не полностью выгоревшей низкотемпературной фракции углистых остатков. У электрофильтровой золы и пробы прокаленного угля установлено присутствие только высокотемпературной фракции углистых остатков.

ВЫВОДЫ

1. Допустимую величину п.п.п. в золах следует назначать в зависимости от вида топлива, из которого она получена, степени его метаморфизма. Самый низкий предел п.п.п. необходимо определить для зол от сжигания торфа и бурых углей. Более высокий – для золы каменных углей, ещё больше – для антрацитов. Это положение удалось реализовать в разработанном нами ОДМ 218.2.031-2013 Методические рекомендации по применению золы-уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве.

2. Целесообразно дифференцировать допустимую величину п.п.п. в зависимости от дисперсности золы. Более мелкие фракции могут иметь большее значение допустимой величины п.п.п. Это положение пока не реализовано в нормативно-методических документах в области строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бирюков В.В., Метелев С.Е., Сиротюк В.В., Шевцов В.Р. Энергопроизводство и утилизация золошлаковых отходов // Вестник Российского государственного торгово-экономического университета. М. 2008. № 2. С.221 – 229.
2. Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование // Материалы II Международного научно-практического семинара. М. : издательский дом МЭИ, 2009. 212 с.
3. Пантелеев В.Г., Мелентьев В.А., Добкин Э.Л. Золошлаковые материалы и золоотвалы. М. : Энергия, 1978. 295 с.
4. Folgueras M.B. Coal and sewage sludge ashes as

sources of rare earth elements // M.B. Folgueras, M. Alonso, F.J. Fernández. Fuel, 2017. Vol. 192. Pp. 128-139.

5. Барахтенко В.В. Оценка потребительских характеристик изделий из высоконаполненного полимерно-минерального композиционного материала на основе поливинилхлорида и отходов ТЭС // Инженерно-строительный журнал. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014. № 3. С.17 – 24.

6. Бурдонов А.Е., Барахтенко В.В., Зелинская Е.В., Сутурина Е.О. Физико-механические характеристики композиционных материалов на основе отходов производства с различными рецептурами // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 9(35). С. 14 – 22.

7. Yao Z.T., Ji X.S., Sarker P.K., Tang J.H., Ge L.Q., Xia M.S., Xi Y.Q. A comprehensive review on the applications of coal fly ash // Earth-Science Reviews. 2015. Vol. 141. Pp. 105-121.

8. Волженский А.В., Иванов И.А., Виноградов Б.Н. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. М. : Стройиздат, 1984. 255 с.

9. Sushovan D., Nadaf M.B., Mandal J.N. An Overview on the Use of Waste Plastic Bottles and Fly Ash in Civil Engineering Applications // Procedia Environmental Sciences. 2016. Vol. 35. Pp. 681-691.

10. Ватин Н.И., Петросов Д.В., Калачев А.И., Лахтинен П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. № 4. С.16 – 21.

11. Личман Н.В. Применение серы и золы ТЭЦ Норильского региона при строительстве и реконструкции гидротехнических сооружений // Инженерно-строительный журнал. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. № 8. С.29 – 34.

12. Baykala G., Edinçlilerb A., Saygılı A. Highway embankment construction using fly ash in cold regions // Resources, Conservation and Recycling. 2004. Vol. 42, pp. 209-222.

13. ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное.

14. Сергеев А.М. Использование в строительстве отходов энергетической промышленности. Киев : Будівельник, 1986. 133 с.

15. Бабачёв Г.Н. Золоы и шлаки в производстве строительных материалов. Киев : Будівельник, 1987. 120 с.

16. Казанский В.М., Бондарев Г.Н., Гусан Ю.Г., Красильникова З.С. Использование в бетонах зол ТЭС, содержащих несгоревшие частицы топлива // Энергетического строительства. 1990. № 9. С. 35 – 37.

17. Бурминский Н.И. Комплексное укрепление песков цементом с добавкой золы-уноса //Сб. науч. тр. Местные материалы в дорожном строительстве юга РСФСР. Ростов – на Дону. 1972. С.59 – 66.

18. Иванов Н.А. Лёгкие бетоны на основе зол электростанций. М. : Стройиздат, 1972. 136 с.

19. Попов Н.А., Иванов И.А. Характеристика несгоревших частиц в золах ТЭЦ // Труды Академии строительства и архитектуры СССР. Западносибирский филиал. Вып. 5. 1961. С.18 – 26.

20. Федьнин Н.И. Об особенностях несгоревшего топлива в золах ТЭЦ и его влиянии на свойства золобетонов // Строительные материалы. 1963. № 4. С. 9 – 12.

21. Жемчужников Ю.А. Общая геология ископаемых углей. М. : Геоиздат, 1948. 344 с.

22. Гапеев А.А. Твёрдое горючее ископаемое. М. : Геоиздат, 1949. 298 с.

23. Сарапин И.Г. Применение зол ТЭС в производстве керамзитобетонных стеновых панелей // Сб. науч. тр. Совершенствование производства пористых заполнителей и лёгких бетонов на их основе. М.: Знание, 1972. С.112 – 118.

24. Иванов Е.В. Обоснование применения золошла-

ковых смесей для строительства земляного полотна с учетом водно-теплового режима: дис. ... канд. техн. наук:

26.02.15 : защищена 26.02.2015 : утв. 01.07.2015 / Е.В. Иванов; науч. рук. проф. В.В. Сиротюк. Омск. 2015. 165 с.

THE CARBON RESIDUUM INFLUENCE ON THE ASHES SLAG'S QUALITY USED IN THE CONSTRUCTION TECHNOLOGY

V.V. Sirotyuk, T.P. Trojan

ANNOTATION

About 45% of the ashes slag is formed by the burning process. The carbon residuum's destination is the main problem question while using the slag in the solution and in the concrete as the technogenic ground and so on. Some researches show that such residuum worsen the slag's quality. But other researches present their minimal influence on the material properties.

On the results of the thermal analysis, the low-temperature desorption argon's method and chemical analysis, it is concluded that the p.p.p. size couldn't characterize ashes' appropriateness for the construction purposes, while such carbon residuum characteristics as corrosion stability to the water, air, alkali and acidity are not considered. The danger of the carbon residuum is determined not by their quantity, but by their quality.

Despite of the carbon particles' increasing to the 4-8 one in the carbon residuum while the burning process, the maintenance of the soluble part decrease to the 2-5 ones.

KEYWORDS: fuel coal, ashes slag, possible loss size, construction technologies.

REFERENCES

1. Birjukov V.V., Metelev S.E., Sirotyuk V.V., Shevcov V.R. Jenergoпроизводство i utilizacija zoloshlakovyh othodov [Energy production and utilization of ash and slag wastes]. Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo trgovojekonomicheskogo universiteta. Moscow, 2008, no 2, pp. 221 – 229.

2. Zoloshlaki TJeS: udalenie, transport, pererabotka, skladirovanie [Ash-slag of TPP: removal, transportation, processing, storage]. Materialy II Mezhdunarodnogo nauchno-prkticheskogo seminar. Moscow, izdatel'skij dom MJeI, 2009. 212 p.

3. Panteleev V.G., Melent'ev V.A., Dobkin Je.L. Zoloshlakovyje materialy i zolootvaly [Ash-and-slag materials and ash dumps]. Moscow, Jener-gija, 1978. 295 p.

4. Folgueras M.B. Coal and sewage sludge ashes as sources of rare earth elements // M.B. Folgueras, M. Alonso, F.J. Fernández. Fuel, 2017. Vol. 192. pp. 128 – 139.

5. Barahtenko V.V. Ocenka potrebitel'skikh harakteristik izdelij iz vysokonapolnennogo polimerno-mineral'nogo kompozicionnogo materiala na osnove polivinilhlorida i othodov TJeS [Evaluation of consumer characteristics of products from a highly-filled polymer-mineral composite material based on polyvinylchloride and TPP waste]. Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. SPb, Izd-vo Politehn. un-ta, 2014, no 3, pp.17 – 24.

6. Burdonov A.E., Barahtenko V.V., Zelinskaja E.V., Sutura E.O. Fiziko-mehaničeskie harakteristi-ki kompozicionnyh materialov na osnove othodov proizvodstva s razlichnymi recepturami [Physicomechanical characteristics of composite materials based on waste products with various formulations]. Inzhener-no-stroitel'nyj zhurnal, 2012, no 9(35), pp. 14 – 22.

7. Yao Z.T., Ji X.S., Sarker P.K., Tang J.H., Ge L.Q., Xia M.S., Xi Y.Q. A comprehensive review on the applications of coal fly ash // Earth-Science Reviews. 2015. Vol. 141. pp. 105 – 121.

8. Volzhenskij A.V., Ivanov I.A., Vinogradov B.N. Primenenie zol i toplivnyh shlakov v proizvodst-ve stroitel'nyh materialov [Use of fly ash and fuel slag in the production of building materials]. Moscow, Strojizdat, 1984. 255 p.

9. Sushovan D., Nadaf M.B., Mandal J.N. An Overview on the Use of Waste Plastic Bottles and Fly Ash in Civil Engineering Applications // Procedia Environmental Sciences. 2016. Vol. 35. pp. 681 – 691.

10. Vatin N.I., Petrosov D.V., Kalachev A.I., Lahtinen P. Primenenie zol i zoloshlakovyh othodov v stroitel'stve [Application of ash and ash and slag wastes in construction]. Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal, SPb, Izd-vo politehn. un-ta, 2011, no 4, pp.16 – 21.

11. Lichman N.V. Primenenie sery i zoly TJeC Noril'skogo regiona pri stroitel'stve i rekonstruk-cii gidrotehnicheskikh sooruzhenij [Norilsk region in the construction and reconstruction of hydraulic structures]. Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal, SPb, Izd-vo politehn. un-ta, 2011, no 8, pp.29 – 34.

12. Baykala G., Edinçililerb A., Saygıla A. Highway embankment construction using fly ash in cold regions // Resources, Conservation and Recycling. 2004. Vol. 42, pp. 209 – 222.

13. Topливо tverdoe mineral'noe [Solid mineral fuel]. GOST 11022-95

14. Sergeev A.M. Ispol'zovanie v stroitel'stve othodov jenergetičeskoj promyšlennosti [Utilization of energy industry waste in construction]. Kiev, Budivel'nik, 1986. 133 p.

15. Babachjov G.N. Zoly i shlaki v proizvodstve stroitel'nyh materialov [Ash and slag in the production of building materials]. Kiev, Budivel'nik, 1987. 120 p.

16. Kazanskij V.M., Bondarev G.N., Gusan Ju.G., Krasil'nikova Z.S. Ispol'zovanie v betonah zol TJeS, soderzhashhih nesgorevshie chasticy topliva [Use in concrete of ashes of TPPs containing unburned fuel particles]. Jenergetičeskogo stroitel'stvo, 1990, no 9, pp. 35 – 37.

17. Burminskij N.I. Kompleksnoe ukreplenie peskov cementom s dobavkoj zoly-unosa [Комплексное укрепление песков цементом с добавкой золы-уноса]. Sb. nauch. tr. Mestnye materialy v dorozhnom stroitel'stve juga RSFSR, Rostov – na Donu, 1972. pp.59 – 66.

18. Ivanov N.A. Ljogkie betony na osnove zol jelektrostantsij [Lightweight concretes based on the ashes of power plants]. Moscow, Strojizdat, 1972. 136 p.

19. Popov N.A., Ivanov I.A. Harakteristika nesgorevshih chastic v zolah TJeC [Characteristics of unburned particles in the ash of CHPP]. Trudy Akademii stroitel'stva i arhitektury

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных показателей качества современного строительства является точность геометрических параметров конструкций зданий и сооружений. Согласно ГОСТ 21778 – 81 [1] при проектировании зданий и сооружений и их отдельных элементов, разработке технологии изготовления элементов и возведении зданий и сооружений следует предусматривать, а в производстве применять необходимые средства и правила технологического обеспечения точности.

Точность геометрических параметров конструкций зданий и сооружений регламентируется в стандартах (ГОСТах), СНиПах, СП и проектно-конструкторской документации. С 1.01.1985 г. основным нормативным документом при строительстве и приемке в эксплуатацию автомобильных дорог был СНиП 3.06.03-85 [2]. С 1.01.2013 г. введена в действие актуализированная редакция этого СНиПа - свод правил СП 78.13330.2012 [3].

До 1.07.2015 г. оба эти документа были действующими и регламентировали точность при строительстве и приемке в эксплуатацию автомобильных дорог. В этот период определял заказчик, каким нормативным документом пользоваться при строительстве автомобильных дорог. С 1.07.2015 г. СНиПы были отменены.

В настоящее время при приемке в эксплуатацию вновь построенных автомобильных дорог основным нормативным документом является СП 78.13330. 2012 [3], а при реконструкции ранее построенных дорог в качестве действующего остается СНиП 3.06.03-85 [2].

Одной из характеристик качества строительства автомобильных дорог является точность высотного положения (неровностей) поверхностей оснований и покрытий дорожных одежд. Фактические отклонения высот от проектных и амплитуд (алгебраических разностей) отметок поверхностей оснований и покрытий приводят к преждевременному выходу из строя транспортных средств и самих автомобильных дорог. Значения амплитуд (алгебраических разностей) высот поверхностей автомобильных дорог зависят от напряженно-деформационного состояния конструктивных слоев дорожных одежд и от погрешностей строительных и геодезических работ при устройстве их оснований и покрытий. В работах [4, 5, 6, 7] рассмотрены вопросы напряженно-деформационного состояния

дорожной одежды и их влияние на неровность поверхностей покрытий автомобильных дорог. Результаты этих исследований показали, что величины неровностей (амплитуд) поверхностей автомобильных дорог малы по сравнению с регламентируемыми их значениями в нормативных документах [2, 3].

В ранее действующих СНиП III – Д.5-62 [8] и СНиП III – Д.5-73 [9] были приведены величины допустимых отклонений (предельные погрешности) на строительные и геодезические работы. Например, в СНиП III – Д.5-73 [9] невязка нивелирного хода длиной L (км) при передаче абсолютных отметок, выполняемых двойным нивелированием, допускалась $50\sqrt{L}$, мм, то есть рекомендовалось осуществлять техническим нивелированием. Такие рекомендации были и остаются в настоящее время в учебной литературе для выполнения геодезических работ при строительстве автомобильных дорог. Например, в учебниках для студентов высших учебных заведений одних и тех же авторов, изданных в 2004 [10], 2008 [11] и 2014 [12] гг. невязка в ходе между реперами с известными отметками не должна превышать $50\sqrt{L}$, мм, где L , длина в км. Такие же рекомендации в учебниках и учебных пособий для студентов высших учебных заведений и других авторов [13, 14, 15, 16, 17].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В нормативных документах [2, 3] приведены допустимые отклонения от проектных значений, законченных строительством, конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог, а норм точности отдельно на строительные работы и геодезический контроль в них нет.

Если в СНиП 3.06.03-85 [2] для дорог категорий I, II, III регламентировано применение комплектов дорожных машин с автоматической и безавтоматической системами задания высот, то в СП 78.13330. 2012 [3] для дорог этих категорий предусмотрено использование комплектов машин только с автоматической системой выдерживания высот. Для дорог категорий IV, V в [2], предусмотрено использование комплектов машин только без автоматической системы, а в [3] рекомендовано использование комплектов еще и с автоматической системой выдерживания высот.

Для дорог категорий IV, V общего пользования и ведомственных для использования комплекта машин с автоматической системой задания высот 90% определений амплитуд при длинах прямых линий 10, 20 и 40 м (соот-

ветственно шагах нивелирования через 5, 10 и 20 м) допускаются не более 6, 10 и 20 мм, а 10% не должны превышать этих значений более чем в полтора раза [3].

В связи с тем что регламентация значений амплитуд в СП [3] отличается от СНиП [2], в настоящей статье рассматривается обеспечение точности геодезического контроля неровностей оснований и покрытий автомобильных дорог категорий IV, V общего пользования и ведомственных с использованием при их строительстве комплексов машин с автоматической системой поддержания высот.

Обеспечение точности геодезического контроля неровностей оснований и покрытий при строительстве автомобильных дорог категорий IV, V общего пользования и ведомственных.

В нормативных документах приводятся погрешности высотного положения отметок законченных строительством конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог без разграничения их при выполнении геодезических и строительных работ. Контрольные геодезические измерения и разбивочные работы (детальная разбивка и вынос отметок пикетов на трассу автомобильных дорог) являются составной частью строительного процесса конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог при их строительстве [18]. Для обеспечения, заданного высотного положения конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог в нормативных документах СНиП [2] и СП [3], необходимо обоснование, согласно работе [18], норм точности для проложения нивелирных ходов по трассе автомобильных дорог с закреплением (вне зоны земляных работ при строительстве дорог) рабочих реперов через 500 м; разбивки (выноса) отметок пикетов от рабочих реперов на трассу автомобильных дорог; детальной разбивки отметок поверхностей конструктивных слоев, оснований и покрытий при их строительстве; геодезического контроля при устройстве конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог, приемке и оценке качества строительных работ.

Допуски на геодезические разбивочные работы по стадиям их выполнения следует обосновывать в обратной последовательности их проведения в строительной практике.

В первую очередь необходимо обосновать допуски на строительные работы и геодезический контроль. Для обоснования точности этих норм в работе [18] за основу предложено принимать заданные в нормативных документах допустимые значения амплитуд отметок

конструктивных слоев оснований и покрытий дорожных одежд. Для расчета допусков на геодезические работы (при детальной разбивке, выносе высот пикетов и проложения нивелирных ходов вдоль или по трассе автомобильных дорог) за основу следует принимать отклонения высот от проектных значений, приводимых в нормативных документах [2, 3], согласно работе [18].

Обоснованность допусков на строительные и геодезические работы при устройстве оснований и покрытий автомобильных дорог зависит и от применяемых методов их расчета. В работах [18, 19] приведены допуски на строительные и геодезические работы при применении метода их расчета с учетом коэффициентов точности технологических процессов $T_p = 1,0; 1,5; 1,64; 2,0; 2,5-3,0$.

В зависимости от коэффициентов T_p предельные погрешности геодезического контроля будут определяться [18, 19]:

$$T_p = 1,0; \quad \delta_{\text{пн}} = 0,45 \times \delta_{\text{н}}; \quad (1)$$

$$T_p = 1,5; \quad \delta_{\text{пн}} = 0,55 \times \delta_{\text{н}}; \quad (2)$$

$$T_p = 1,64; \quad \delta_{\text{пн}} = 0,61 \times \delta_{\text{н}}; \quad (3)$$

$$T_p = 2,0; \quad \delta_{\text{пн}} = 0,9 \times \delta_{\text{н}}; \quad (4)$$

$$T_p = 2,5 - 3,0; \quad \delta_{\text{пн}} = \delta_{\text{н}}. \quad (5)$$

Следует отметить, что в СП [3] предусмотрено обеспечение допустимых отклонений с вероятностью $P=0,90$, а в СНиП 3.03.01-84 [20] и СП 126.13330.2012 [21], рекомендовано обеспечение геодезического контроля строительства с доверительными вероятностями $P=0,95; 0,99$ и $0,997$. С учетом выше изложенного выполним обоснование допусков на строительные работы и геодезический контроль с учетом точности технологических процессов устройства оснований и покрытий T_p , с доверительными вероятностями с $P=0,90$ и $P=0,95$ для этих категорий дорог.

Для геодезического контроля неровностей поверхностей оснований и покрытий автомобильных дорог при их устройстве, приемке и оценке качества работ применяют оптические нивелиры, которые подразделяются по точности, согласно ГОСТ 10529-90 [22], на три группы: высокоточные (типа Н-05), точные (типа Н-3) и технические (типа Н-10).

В процессе строительства автомобильных дорог путем нивелирования определяются высоты поверхностей оснований и покрытий и рассчитываются отклонения их от проектных. По вычисленным высотам определяются ам-

плитуды (алгебраические разности) отметок точек поверхностей оснований и покрытий.

При нивелировании трех смежных точек (относительные высоты которых используются при вычислении амплитуд) поверхностей верха слоев оснований и покрытий с шагом через 5, 10 и 20 м разницы плеч между крайними смежными точками будут соответственно составлять 10, 20 и 40 м, т.е. равными длинам прямых линий.

Среднеквадратическая погрешность определения превышений высот между двумя точками, вычисляется по выражению согласно [23]:

$$m_{гр} = \sqrt{m_{в1}^2 + m_{в2}^2 + m_o^2}, \quad (6)$$

где $m_{в1}$ и $m_{в2}$ – среднеквадратические погрешности визирования соответственно на точки 1 и 2; m_o – среднеквадратическая погрешность невыполнения главного условия нивелира, из-за неравенства расстояний от нивелира до соответствующих реек S_1 и S_2 .

Для расчета нормированного значения среднеквадратической погрешности $m_{гн}$ примем регламентированное, согласно работе [3], значение амплитуд отметок $\delta_n = 6$ мм, соответствующее длине прямой линии, равной 10 м (при шаге нивелирования через 5 м). При коэффициенте точности технологического процесса строительства автомобильных дорог равным $T_n = 1,64$ и доверительной вероятности обеспечения значений амплитуд $P=0,95$ получим [18]:

$$m_{гн} = \frac{\delta_n}{2} = 0,305 \times \delta_n = 0,305 \times 6 = 1,83 \text{ мм},$$

Для обеспечения расчетного значения среднеквадратической погрешности $m_{гп}$ определения превышений между двумя точками с одной станции (при выполнении измерений нивелиром Н-3), задаваясь максимальным и минимальным расстояниями от прибора до реек $S_1 = 120$ м и $S_2 = 110$ м получим [23]:

$$m_{в1} = 1,29 \text{ мм}; \quad m_{в2} = 1,23 \text{ мм}; \quad m_o = 0,5 \text{ мм};$$

$$m_{гр} = \sqrt{m_{в1}^2 + m_{в2}^2 + m_o^2} = \sqrt{1,29^2 + 1,23^2 + 0,5^2} = 1,85 \text{ мм}.$$

Следовательно, при геодезическом контроле устройства оснований и покрытий автомобильных дорог категорий IV, V общего пользования и ведомственных, при шаге нивелирования 10 м, с коэффициентом точности

$T_n=1,64$, наибольшее расстояние от нивелира типа Н-3 до реек возможно до 120 м.

Подобным образом выполнены расчеты значений удаления реек от оптических нивелиров типа Н-3 при строительстве дорог категорий IV, V общего пользования и ведомственных при использовании комплекта машин с автоматической системой выдерживания высот для других значений T_n и шагов нивелирования через 5, 10 и 20 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Значения погрешностей и расстояний S удаления реек от нивелиров типа Н-3 для геодезического контроля неровностей оснований и покрытий при строительстве дорог категорий IV, V общего пользования и ведомственных при разных коэффициентах точности технологических процессов T_n и шагов нивелирования, приведены в таблице.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя приведенные в таблице значения допустимых отклонений (предельных погрешностей), среднеквадратических погрешностей и расстояний удаления реек от оптических нивелиров типа Н-3, можно констатировать, что полученные допуски на строительные работы и геодезический контроль позволяют обеспечить научно-обоснованные нормы точности устройства конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог категорий IV, V общего пользования и ведомственных при использовании комплекта машин с автоматической системой выдерживания высот.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения регламентированных значений высотного положения (неровностей) поверхностей оснований и покрытий автомобильных дорог при геодезическом контроле, при их строительстве, с доверительными вероятностями $P=0,90$ и $P=0,95$, приведены рекомендации по максимальным и минимальным удалениям реек от оптических нивелиров (типа Н-3). При геодезическом контроле необходимо вычислять высоту горизонта прибора по отметкам двух смежных пикетов для уменьшения влияния погрешностей во взаимном их высотном положении, и среднее его значение принимать за исходное. При устройстве оснований и покрытий автомобильных дорог необходимо налаживать точность их технологических процессов не по среднеквадратическим погрешностям с обеспечением допустимых

РАЗДЕЛ III. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Таблица
ЗНАЧЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ, СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ И
РАССТОЯНИЙ УДАЛЕНИЯ РЕЕК ОТ ОПТИЧЕСКИХ
НИВЕЛИРОВ ТИПА Н-3, ПРИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ НЕРОВНОСТЕЙ ОСНОВАНИЙ И
ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ IV И V КАТЕГОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И ВЕДОМСТВЕННЫХ
Table
LIMITS' IMPORTANCE, AVERAGE SQUARE-SIGNAL ERRORS
AND THE DISTANCES OF THE REMOVING RIVERS FROM THE OPTICAL INVERTERS OF H-3 TYPE,
IN THE GEODESIC CONTROL OF BACKGROUND NORMS AND COVERAGE OF THE ROAD VEHICLES OF IV
AND V CATEGORIES GENERAL USE AND DEPARTMENT

Длина прямой линии (шаг нивелирования), м	Коэффициент точности технологического процесса (T_n)	$\pm \delta_n$ амплитуды, мм	$\pm \delta_{2n}$, мм	$\pm m_{2n}$, мм	$\pm m_{2p}$, мм	S_{max} , м	S_{min} , м	ΔS , м
Для обеспечения с доверительной вероятностью $P = 0,90$								
10 (5)	$T_n = 1,00$ $T_n = 1,50$ $T_n = 1,64$ $T_n = 2,00$ $T_n = 2,50$	6	2,70	1,64	1,68	100	90	10
			3,30	2,01	2,05	140	130	10
			3,66	2,22	2,24	160	150	10
			5,40	3,28	2,65	200	190	10
			6,0	3,65	2,65	200	190	10
20 (10)	$T_n = 1,00$ $T_n = 1,50$ $T_n = 1,64$ $T_n = 2,00$ $T_n = 2,50$	10	4,50	2,74	2,74	200	180	20
			5,50	3,34	2,74	200	180	20
			6,10	3,71	2,74	200	180	20
			9,00	5,47	2,74	200	180	20
			10,0	6,08	2,74	200	180	20
40 (20)	$T_n = 1,00$ $T_n = 1,50$ $T_n = 1,64$ $T_n = 2,00$ $T_n = 2,50$	20	9,00	5,47	3,17	200	160	40
			11,00	6,69	3,17	200	160	40
			12,20	7,42	3,17	200	160	40
			18,00	10,94	3,17	200	160	40
			20,0	12,16	3,17	200	160	40
Для обеспечения с доверительной вероятностью $P = 0,95$								
10 (5)	$T_n = 1,00$ $T_n = 1,50$ $T_n = 1,64$ $T_n = 2,00$ $T_n = 2,50$	6	2,70	1,35	1,32	60	50	10
			3,30	1,65	1,68	100	90	10
			3,66	1,83	1,85	120	110	10
			5,40	2,70	2,65	200	190	10
			6,0	3,0	2,65	200	190	10
20 (10)	$T_n = 1,00$ $T_n = 1,50$ $T_n = 1,64$ $T_n = 2,00$ $T_n = 2,50$	10	4,50	2,25	2,27	150	130	20
			5,50	2,75	2,74	200	180	20
			6,1	3,05	2,74	200	180	20
			9,0	4,50	2,74	200	180	20
			10,0	5,0	2,74	200	180	20
40 (20)	$T_n = 1,00$ $T_n = 1,50$ $T_n = 1,64$	20	9,00	4,50	3,17	200	160	40
			11,00	5,50	3,17	200	160	40
			12,20	6,10	3,17	200	160	40
			18,00	9,00	3,17	200	160	40
			20,0	10,0	3,17	200	160	40

отклонений поверхностей их высотного положения (неровностей) с доверительными вероятностями $P=0,90$ или $P=0,95$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 21778-81 (СТ СЭВ 2045-79). Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения. Введ. 1980-12-02. М. : Изд-во стандартов, 1981. 9 с.
2. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги: утв. Комитетом Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР). М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 106 с.
3. СП 78.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги. М. : Минрегион России, 2012. 118с.
4. Александров, А.С. Пластическое деформирование гранодиоритового щебня и песчано-гравийной смеси при воздействии трехосной циклической нагрузки // Инженерно-строительный журнал. 2013. 4. С. 22 – 24. (база данных SCOPUS)
5. Aleksandrov A.S. Semenova T.V. Aleksandrova N.P. Analysis of permanent deformations in granular materials of road structures. // Road and Bridges – Drogi I Mosty, 2016, Vol.15, no 4, pp 263 – 276.
6. Aleksandrov A.S., Kalinin A.L. Tsyguleva M.V. Analysis of distribution capacity of sandy soils reinforced with geosynthetics. // Magazine of Civil Engineering. 2016. no 6(6). pp 35 – 48.
7. Александров А.С. Развитие теоретических положений комплексного расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу и пластическому деформированию. Автореф. дис. ... д-р. техн. наук : 05.23.11 / Александров Анатолий Сергеевич. Омск. 2017. – 40 с.
8. СНиП III–Д.5–62. Автомобильные дороги. Правила организации строительства и производства работ. Приемка в эксплуатацию. М. : Стройиздат, 1963. Ч. III, Разд. Д, гл. 5. 62 с.
9. СНиП III–Д.5–73. Автомобильные дороги. Правила производства и приемки работ. Приемка в эксплуатацию. М. : Стройиздат, 1973. Ч. III, разд. Д, гл. 5. 109 с.
10. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. (под ред. Д.Ш. Михелева) Инженерная геодезия : учебник, 4-е изд., стер. М. : Академия, 2004. 480 с.
11. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. (под ред. Д.Ш. Михелева) Инженерная геодезия : учебник, 9-е изд., стер. М. : Академия, 2008. 480 с.
12. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. (под ред. Д.Ш. Михелева) Инженерная геодезия : учебник для студ. высш. образ., 12-е изд., стер. М. : Академия, 2014. 496 с.
13. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: учебник, 4-е, изд. стер. М. : Высш. шк., 2007. 462 с.
14. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия : учебник. М. : Колос, 2013. 598 с.
15. Чекалин С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии : учебное пособие для вузов, 3-е изд., перераб. и доп. М. : Академический проект, 2013. 319 с.
16. Буденков Н.А., Нехорошков П.А., Щекова О.Г. Курс инженерной геодезии : учебник (общ. ред. Н.А. Буденкова), 2-е изд., перераб. и доп. М. : Форум: инфра, 2014. 272 с.
17. Дьяков Б.Н., Ковязин В.Ф., Соловьев А.Н. Основы геодезии и топографии [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Электрон. текстовые дан. СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. 272 с.
18. Столбов Ю.В., Столбова С.Ю., Пронина Л.А., Старовойтов И.Е. Расчет допусков на геодезические разбивочные работы с учетом точности технологических процессов при изыскании и строительстве автомобильных дорог // Вестник СибАДИ. 2015. № 5(45). С. 87 – 92.
19. Столбов Ю.В., Столбова С.Ю., Нагаев Д.О., Кокуленко К.С. Обоснование допусков на строительные и геодезические работы для обеспечения высотного положения автомобильных дорог // Известие вузов. 2010. № 9. С. 75 – 80.
20. СНиП 3.01.03.84. Геодезические работы в строительстве [Текст]. М. : Стройиздат, 1985. 28 с.
21. СП 126.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве. М. : Минрегион России, 2012. 84с.
22. ГОСТ 10529-90. Нивелиры. Общие технические условия. Введ. 1991-07-01. М. : Изд-во стандартов, 1990. 14с.
23. Практическое пособие по метрологическому обеспечению строительного производства. М. : Стройиздат, 1975. 64 с.

THE PROVISION OF THE INSPECTIONS' CONTROL ACCURACY ON THE IV, V CATEGORY ROAD BASICS AND COVERINGS BY THE APPLICATION OF H-3 TYPE NIVELIERS

Yu.V. Stolbov, S.Yu. Stolbova, L.A. Pronina, A.I. Uvarov

ANNOTATION

The permissible deviations (limiting errors) are given in the normative documents from the design values of the structural layers of the road clothes construction, but the accuracy standards are not separately for construction and geodetic work in the construction of bases and coatings. The article presents the differences in the allowable deviations' values in SNiPs and in their updated rules' editions - codes of rules for the highways construction, the differences in the sets of road vehicles with automatic and without automatic systems of specified elevations, the steps of leveling in the design and the finished construction layers' acceptance of road clothes. The discrepancy between the requirements in regulatory documents for the highway construction, and the requirements in regulatory documents on geodetic support for the accuracy of construction are shown.

The maintenance of the geodetic control of base unevenness construction and cover surfaces during the IV and V of public roads' construction and departmental ones with the road machines' usage with automatic system of holding elevations for different coefficients of constructing layers technological processes in leveling through 5, 10 and 20 m. The values of the errors and maximum distances from

optical levels of the type H-3 are given for the uneven ground and road surfaces' dressing control. It is recommended in the research to perform geodetic control for base and cover devices using standard errors with confidence probabilities $P = 0,90$ and $P = 0,95$.

KEYWORDS: accuracy, geodetic control, surface irregularities, foundations and coatings, road clothes, highways.

REFERENCES

1. GOST 21778-81 (ST SEV 2045-79). System for ensuring the accuracy of geometric parameters in construction. Basic provisions. - Enter. 1980-12-02. Moscow. Publishing Standards, 1981. 9 p.
2. SNiP 3.06.03-85. Highways: ut. Committee of the Council of Ministers of the USSR for Construction (Gosstroy USSR). Moscow. TsITP Gosstroy USSR, 1985. 106 p.
3. SP 78.13330.2012 Updated version of SNiP 3.06.03-85 Highways. Moscow. Ministry of Regional Development of Russia, 2012. 118 p.
4. Aleksandrov, A.S. Plastic deformation of granodiorite crushed stone and sand-gravel mixture during a triaxial cyclic loading. Alexandrov. // Engineering and construction magazine. 2013. 4. pp. 22 – 24. (SKOPUS database)
5. Aleksandrov A.S. Semenova T.V. Aleksandrova N.P. Analysis of permanent deformations in granular materials of road structures. // Road and Bridges – Drogi I Mosty, 2016, Vol.15, no. 4, Pp 263 – 276.
6. Aleksandrov A.S., Kalinin A.L. Tsyguleva M.V. Analysis of distribution capacity of sandy soils reinforced with geosynthetics. // Magazine of Civil Engineering. 2016. no. 6(66). pp 35 – 48.
7. Aleksandrov A.S. . Development of theoretical positions of complex calculation of road structures on resistance to shear and plastic deformation [Razvitie teoreticheskikh polozhenij kompleksnogo rascheta dorozhnykh konstrukcij po soprotivleniju sdvigu i plasticheskomu deformirovaniju]. Author's abstract. dis. ... Dr. tech. Sciences: 05.23.11 / Alexandrov Anatoly Sergeevich. Omsk, 2017. 40 p.
8. SNiP III-D.5-62. Avtomobil'nye dorogi. Pravila organizacii stroitel'stva i proizvodstva rabot. Priemka v jekspluataciju [Rules for the organization of construction and production work. Acceptance into operation]. Moscow, Strojizdat, 1963, Ch. III, Razd. D, gl. 5. 62 p.
9. SNiP III-D.5-73. Avtomobil'nye dorogi. Pravila proizvodstva i priemki rabot. Priemka v jekspluataciju [Car roads. Rules for the production and acceptance of work. Acceptance into operation]. Moscow. Strojizdat, 1973, Ch. III, razd. D, gl. 5. 109 p.
10. Kljushin E.B., Kiselev M.I., Mihelev D.Sh., Fel'dman V.D. (pod red. D.Sh. Miheleva) Inzhenernaja geodezija [Engineering geodesy], uchebnik, 4-e izd., ster. Moscow, Akademija, 2004. 480 p.
11. Kljushin E.B., Kiselev M.I., Mihelev D.Sh., Fel'dman V.D. (pod red. D.Sh. Miheleva) Inzhenernaja geodezija [Engineering geodesy], uchebnik, 9-e izd., ster. Moscow, Akademija, 2008. 480 p.
12. Kljushin E.B., Kiselev M.I., Mihelev D.Sh., Fel'dman V.D. (pod red. D.Sh. Miheleva) Inzhenernaja geodezija [Engineering geodesy], uchebnik dlja stud. vyssh. obraz, 12-e izd., ster. Moscow, Akademija, 2014. 496 p.
13. Fedotov G.A. Inzhenernaja geodezija: uchebnik [Engineering geodesy], 4-e, izd. ster. Moscow, Vyssh. shk, 2007. 462 p.
14. Maslov A.V., Gordeev A.V., Batrakov Ju.G. Geodezija [Geodesy], uchebnik. Moscow, Kolos, 2013. 598 p.
15. Chekalin S.I. Osnovy kartografii, topografii i inzhenernoj geodezii [Fundamentals of cartography, topography and engineering geodesy], uchebnoe posobie dlja vuzov, 3-e izd., pererab. i dop. Moscow. Akademicheskij projekt, 2013. 319 p.
16. Budenkov N.A., Nehoroshkov P.A., Shhekhova O.G. Kurs inzhenernoj geodezii [Course of engineering geodesy], uchebnik (obshh. red. N.A. Budenkova), 2-e izd., pererab. i dop. Moscow. Forum. infra, 2014. 272 p.
17. D'jakov B.N., Kovjazin V.F., Solov'ev A.N. Osnovy geodezii i topografii [Fundamentals of Geodesy and Topography], ucheb. posobie. Jelektron. tekstovye dan. SPb, Moscow, Krasnodar, Lan', 2016. 272 p.
18. Stolbov Ju.V., Stolbova S.Ju., Pronina L.A., Starovojtov I.E. Raschet dopuskov na geodezicheskie razbivochnye raboty s uchetom tochnosti tehnologicheskikh processov pri izyskanii i stroitel'stve avtomobil'nyh dorog [Calculation of tolerances for geodetic alignment taking into account the accuracy of technological processes in the exploration and construction of highways]. Vestnik SibADI, 2015, no 5(45), pp. 87 – 92.
19. Stolbov Ju.V., Stolbova S.Ju., Nagaev D.O., Kokulenko K.S. Obosnovanie dopuskov na stroitel'nye i geodezicheskie raboty dlja obespechenija vysochnogo polozhenija avtomobil'nyh dorog [Substantiation of permits for construction and geodetic work to ensure the high-altitude position of highways]. Izvestie vuzov, 2010, no 9, C. 75 – 80.
20. SNiP 3.01.03.84. Geodezicheskie raboty v stroitel'stve [Geodetic work in construction]. Moscow, Strojizdat, 1985. 28 p.
21. SP 126.13330.2012 Aktualizirovannaja redakcija SNiP 3.01.03-84 Geodezicheskie raboty v stroitel'stve [Geodetic work in construction]. Moscow, Minregion Rossii, 2012. 84p.
22. GOST 10529-90. Niveliry. Obshhie tehnicheckie uslovija [Levels. General specifications]. Ved. 1991-07-01. Moscow. Izd-vo standartov, 1990. 14p.
23. Prakticheskoe posobie po metrologicheskomu obespecheniju stroitel'nogo proizvodstva [Practical manual on metrological support of construction production]. Moscow. Strojizdat, 1975. 64 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Столбов Юрий Викторович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Проектирования дорог» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: ssu0810@mail.ru).

Stolbov Yury Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, professor of «Road design» FGBOU IN «SIBADI» (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: ssu0810@mail.ru).

Столбова Светлана Юрьевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Нефтегазовое дело, стандартизация и метрология» ФГБОУ ВО ОмГТУ (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: ssu0810@mail.ru).

Stolbova Svetlana Yur'yevna (Rossiyskaya Federatsiya, Omsk) – candidate of engineering sciences, department «Neftegazovyy biznes, standartizatsiya i metrologiya» FGBOU V OmGTU (644050, Omsk, prospekt Mira, 11, e-mail: ssu0810@mail.ru).

Пронина Лилия Анатольевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Геодезии и дистанционного зондирования» ФГБОУ ВО Омский ГАУ (644008, г. Омск, Институтская площадь, 2, e-mail: pronina_lilia@mail.ru).

Pronina Lilia Anatolyevna (Russian Federation, Omsk)

необходимости усиления растянутых участков стальной арматурой. Усиление сжатой зоны балок также требуется в некоторых случаях. Арматура препятствует фрагментации балки и ограничивает величину раскрытия трещин.

Трещина образуется при достижении определенного уровня энергии упругих деформаций конструкции. Рост трещины – быстропротекающий процесс. Во время роста трещины происходит образование новой свободной поверхности, при этом часть упругой энергии временно переходит в кинетическую энергию. Чем больше кинетическая энергия, тем больше образуется новой свободной поверхности.

Авторами настоящей работы ранее была создана теория [10,11,12] согласно которой снижение уровня кинетической энергии приводит к уменьшению интенсивности процесса трещинообразования. В 1988 г. была опубликована одна из первых работ [10] на тему оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) сечения с трещиной. Затем последовал цикл работ, положивших начало созданию энергетической теории сопротивления железобетона.

Считается, что наличие трещин в конструкции негативно сказывается на ее работе. Однако результаты прошлых и ныне проводимых экспериментов и теоретических исследований показали, что в некоторых случаях наличие трещины может положительно сказываться на работе конструкции. На основе выдвинутой авторами гипотезы разработаны конструкции с заранее организованными трещинами, которые имеют ряд преимуществ перед обычными конструкциями. В частности, такие конструкции могут воспринимать более высокие статические нагрузки и при этом имеют существенно меньшие прогибы.

Для подтверждения эффективности предложенных конструктивных решений авторами проведено экспериментальное исследование работы балок с заранее организованными трещинами и без них [13,14,15,16]. Результаты эксперимента подтвердили гипотезу.

Классические методы экспериментальных исследований, такие как тензометрия и другие, позволяют определять деформации только внешних элементов конструкции. Исследование работы внутренних элементов конструкции (например арматуры) сопряжено с рядом трудностей. Недостающие данные о напряженно-деформированном состоянии внутри балки могут быть получены с помощью вычислительного эксперимента.

В настоящее время в связи с увеличившейся вычислительной мощностью современных

ЭВМ активно применяется метод конечных элементов. Применение современных конечно-элементных программных комплексов (например ANSYS) [17,18] позволяет получить более полную информацию о напряженно-деформированном состоянии конструкции, чем в эксперименте.

В настоящей работе на основе численного моделирования выполняется исследование напряженно-деформированного состояния железобетонной балки с искусственным дефектом в растянутой зоне при статических кратковременных нагрузках.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Экспериментально исследована работа двух серий железобетонных балок (рис. 1) $h = 140$ мм, $b = 70$ мм, $l = 1100$ мм, каждая из которых представлена тремя одинаковыми балками.

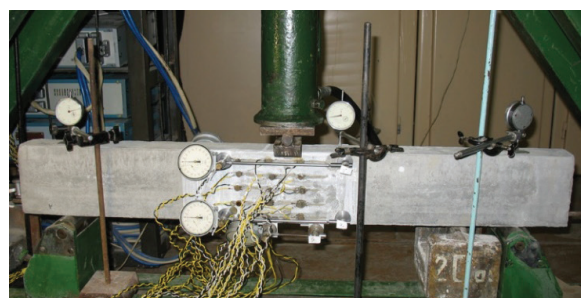


Рисунок 1 – Железобетонная балка
Illustration 1 – Reinforced concrete beam

Конструкция и размеры балок серий 1 – 2 показаны на рис. 2. Балки серии 1 являются обычными балками без заранее организованных трещин (рис. 2). Балки серии 2 имеют одну заранее организованную трещину высотой $0,1h$ в середине пролета (см. рис. 2). Искусственные трещины создавались путем установки алюминиевых пластин толщиной 0,5 мм в растянутую зону по центру балки. Пластины имели отверстия для пропуска арматурных стержней.

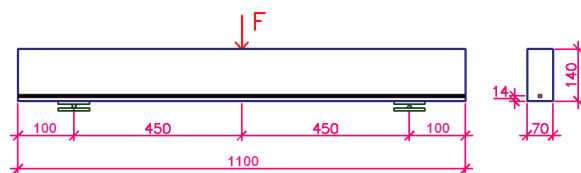


Рисунок 2 – Конструкция и размеры балок серий 1-2
Illustration 2 – Design and dimensions of 1-2 series beams

Железобетонная балка армирована в растянутой зоне стержнем диаметром 8 мм. Схема армирования приведена на рисунке 3.

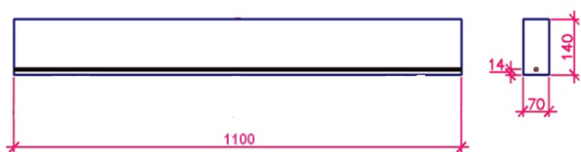


Рисунок 3 – Схема армирования
Illustration 2 – Reinforcement diagram

Балка выполнена из мелкозернистого бетона класса В20 и стальной арматуры класса А400. Физико-механические характеристики материалов приведены в таблице.

Нагружение балок осуществлялось с помощью гидравлического домкрата ДГ-25 по схеме трехточечного изгиба. Максимальная нагрузка (Р) составляла 1 600 кгс. Схема нагружения показана на рисунке 4. Опора А подвижная, опора Б – неподвижная. Расстояние между опорами – 900 мм. Ширина площадок опирания и площадки приложения нагрузки – 50 мм.

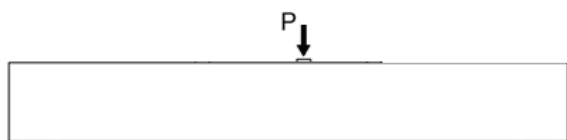


Рисунок 4 – Схема нагружения (трехточечный изгиб)
Illustration 4 – Loading scheme (three-point bending)

В ходе эксперимента производился замер прогибов (f) балки, а также методом тензометрирования определялись деформации (ε) в характерных точках балки.

На рисунке 5 показана зависимость прогиба балки от нагрузки для балок серий 1 – 2.

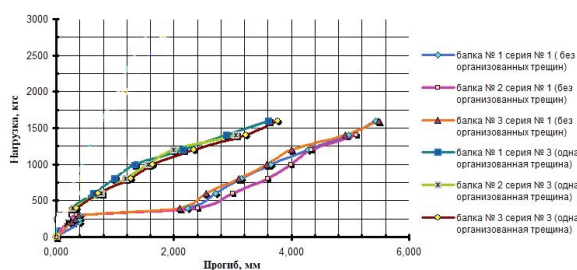


Рисунок 5 – Зависимость прогиба балки от нагрузки
Illustration 5 – Dependence of the beam deflection on load

В ходе эксперимента выполнялось исследование процесса трещинообразования. Схема трещинообразования показана на рисунке 6.

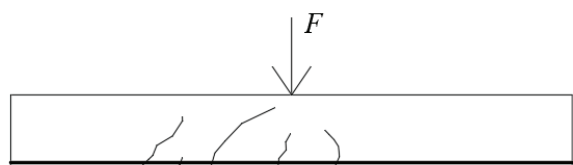


Рисунок 6 – Схема трещинообразования
Illustration 6 – Cracking Scheme

Микротрещинообразование в растянутой зоне начинается уже при небольшой нагрузке 100 – 200 кгс. Первые трещины зарождаются в центре нижней грани балки в следствие реализации там максимальных растягивающих напряжений. В процессе нагружения происходит рост трещин. При достижении нагрузки в 300 кгс происходит образование магистральных трещин практически на всю высоту балки.

При построении математической модели деформирования бетонных и железобетонных конструкций принимаются следующие основные допущения: 1) железобетон представляется как квазиоднородная среда – свойства материалов заполнителя и связующего усредняются; 2) железобетон представляется как квазисплошная среда – при любых деформациях сохраняется сплошность.

Статическое напряженно-деформированное состояние конструкции описывается системой уравнений теории упругости [19].

Используется теория прочности бетона Гениева-Киссюка-Тюпина [20], согласно которой предельная поверхность в пространстве главных напряжений описывается следующим уравнением:

$$F(I_{\sigma 1}, I_{D2}, I_{D3}) > 0$$

$$3I_2 = [R_c R_p + (R_c - R_p) I_1]$$

$$\left\{ 1 - \left(1 - \frac{3T_c^2}{R_c R_p} \right) \left[1 - \frac{I_3}{2} \times \left(\frac{I_3}{3} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \right\},$$

где $F(T_{\sigma})$ – функция напряженного состояния; R_c – прочность материала при сжатии; R_p – прочность материала при растяжении; T_c – прочность материала при чистом сдвиге; I_1 – первый инвариант тензора напряжений; I_2 – второй инвариант девиатора тензора напряжений; I_3 – третий инвариант девиатора тензора напряжений.

Численное моделирование процесса деформирования железобетонной балки выполнено на основе метода конечных элементов [20], реализованного в программном комплексе ANSYS Mechanical. Для выполнения расчетов использован модуль Static Structural.

При решении задачи использовались структурированные и неструктурированные сетки (рис. 7) из объемных конечных элементов с квадратичными функциями формы. Характерный размер элементов составлял 1 – 10 мм. Общее число узлов составляло $5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$.

Таблица 1
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ
Table 1
PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE MATERIALS

Характеристика	Бетон	Сталь
Плотность (ρ), кг/м ³	2 500	7 850
Модуль упругости (E), ГПа	22	200
Коэффициент Пуассона (ν)	0,28	0,3
Предел прочности при сжатии (R_{bn}), МПа	15	-
Предел прочности при растяжении (R_{btr}), МПа	1,4	-
Предел текучести (σ_0), МПа	-	250
Предел прочности ($\sigma_{0,2}$), МПа	-	390

Типы объемных элементов – SOLID186, SOLID65, балочных – BEAM189, элементов армирования – REINF263.

Решение нелинейной задачи выполнено с помощью метода Ньютона-Рафсона.

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных расчетов получены перемещения, деформации и напряжения в расчетной области. Установлена зависимость изменения напряженно-деформированного состояния от количества, высота и расположение организованных трещин.

С целью оценки влияния геометрических параметров конструкции с организованной трещиной на ее напряженно-деформированное состояние были рассмотрены несколько конфигураций. Нагрузка во всех случаях составляла 250 кгс.

1) Балка без арматуры, без трещин.

Максимальный прогиб в центральной точке нижней грани балки составляет 0,113 мм.

На рисунке 7 показаны изополя нормальных напряжений σ_x .

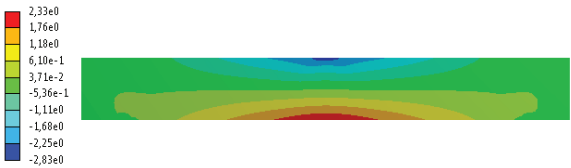


Рисунок 7 – Нормальные напряжения σ_x , МПа
Illustration 7 – Normal stresses σ_x , Мр

Максимальные растягивающие напряжения возникают в центральной точке нижней грани балки и составляют 2,33 МПа, что превышает предел прочности бетона при растяжении. Максимальные сжимающие напряжения возникают в центральной точке верхней грани балки и составляют 2,83 МПа.

На рисунке 8 показана область растягивающих напряжений σ_x .

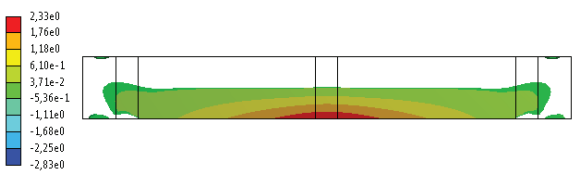


Рисунок 8 – Область растягивающих напряжений σ_x , МПа
Illustration 8 – Region of the tensile stresses σ_x , Мр

На участке между опорами четко прослеживается нейтральная практически прямая линия, на которой напряжения равны нулю. Высота растянутой зоны составляет примерно половину высоты сечения балки. В зоне участков опирания нейтральная линия начинает существенно искривляться. Между торцом балки и границей площадки опирания преобладают сжимающие напряжения σ_x .

На рисунке 9 показаны изополя сдвиговых напряжений τ_{xz} .

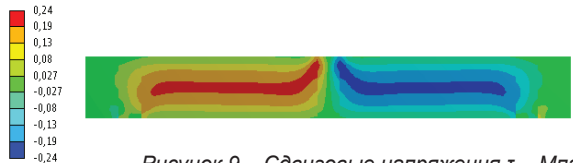


Рисунок 9 – Сдвиговые напряжения τ_{xz} , МПа
Illustration 9 – Shear stresses τ_{xz} , Мр

Максимальные сдвиговые напряжения реализуются в крайних точках площадки приложения нагрузки и площадок опирания. На участках между площадкой приложения нагрузки и площадками опирания возникают сдвиговые напряжения.

Область интереса находится между площадками опирания.

2) Рассматривается армированная балка, без искусственной трещины.

На рисунке 10 показаны изополя нормальных напряжений σ_x .

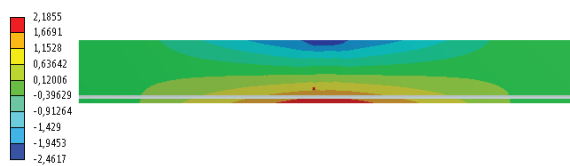


Рисунок 10 – Нормальные напряжения σ_x , МПа
Illustration 10 – Normal stresses σ_x , Мр

На рисунке 11 показана область растягивающих напряжений σ_x .

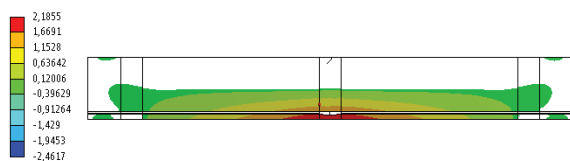


Рисунок 11 – Область растягивающих напряжений σ_x , МПа
Illustration 11 – Region of tensile stresses σ_x , Мр

В работе [21] решена второстепенная задача по определению зоны краевого эффекта, на основании которой в дальнейшем планируется создание «сквозного» расчета по определению действительного деформированного состояния в изгибаемых железобетонных элементах с трещинами. Проведены экспериментальные исследования с использованием поляризационно-оптического метода, получены распределения нормальных и касательных напряжений в матрице при вытягивании из нее армирующего элемента. Получены теоретические оценки длины зоны анкеровки, или эффективной длины армирующего элемента, на основе простейшей модели типа модели Аутвотера. Программный комплекс ANSYS использован для определения зоны анкеровки. Показано, что в первом приближении зону анкеровки можно определять, используя модель типа модели Аутвотера с 20 – 30% погрешностью. Оригинальность работы обусловлена проведением эксперимента и разработанной методикой определения зоны анкеровки.

Рассматривается балка без арматуры, с искусственной трещиной (радиус скругления вершины трещины 1,5 мм, длина трещины 35 мм).

Максимальный прогиб в центральной точке нижней грани балки составляет 0,149 мм.

На рисунке 12 показаны изополя нормальных напряжений σ_x в окрестности трещины длиной 35 мм.

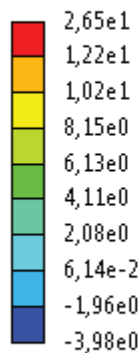


Рисунок 12 – Нормальные напряжения σ_x , МПа
Illustration 12 – Normal stresses σ_x , Мр

Максимальные растягивающие напряжения возникают в вершине трещины.

На рисунке 13 показано распределение напряжений σ_x по нижней грани балки вблизи трещины ($X = 100$ мм).

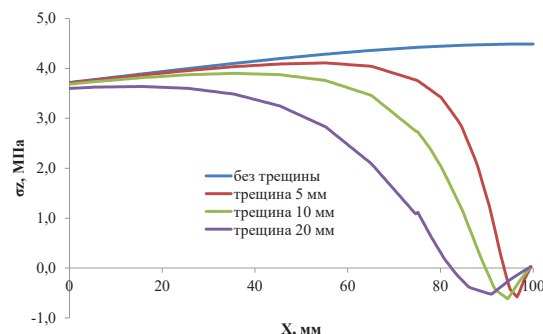


Рисунок 13 – Распределение напряжений σ_x по нижней грани балки вблизи трещины
Illustration 13 – Stress distribution σ_x along the lower edge of the beam near the crack

При возникновении трещины растягивающие напряжения σ_x в окрестности трещины уменьшаются. Чем больше высота трещины, тем меньше напряжения на нижней растянутой грани балки.

На рисунке 14 показаны изополя нормальных напряжений σ_x .

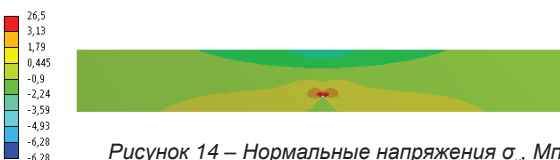


Рисунок 14 – Нормальные напряжения σ_x , МПа
Illustration 14 – Normal stresses σ_x , Мр

При наличии трещины в центре балки на нижней грани возникают точки максимальных растягивающих напряжений, в которых возможно зарождение трещины.

На рисунке 15 показана область растягивающих напряжений σ_x .

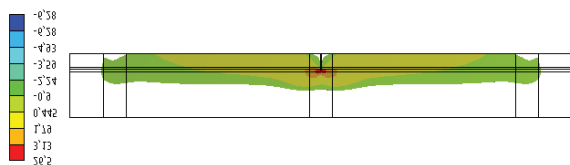


Рисунок 15 – Область растягивающих напряжений σ_x , МПа

Нейтральная линия балки искривляется при организации искусственной трещины.

4) Рассматривается армированная балка, с искусственной трещиной.

На рисунке 16 показаны изополя нормальных напряжений σ_x в окрестности трещины длиной 35 мм.

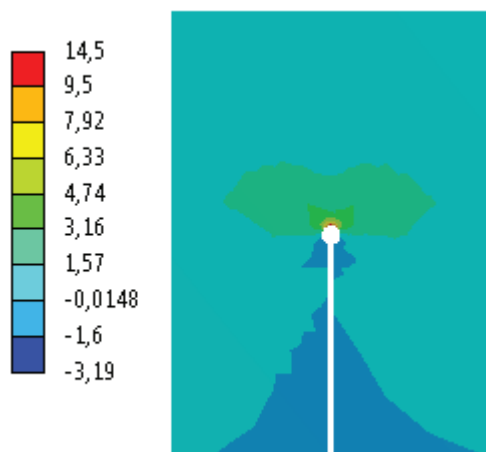


Рисунок 16 – Нормальные напряжения σ_x , МПа
Illustration 16 – Normal stresses σ_x , Мр

На рисунке 17 показаны изополя нормальных напряжений σ_x .



Рисунок 17 – Нормальные напряжения σ_x , МПа
Illustration 17 – Normal stresses σ_x , Мр

На рисунке 18 показана область растягивающих напряжений σ_x .

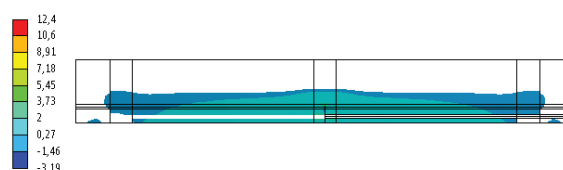


Рисунок 18 – Область растягивающих напряжений σ_x , МПа

Illustration 18 – Region of tensile stresses σ_x , Мр

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что при наличии организованной трещины происходит перераспределение напряжений в растянутой зоне балки. Появление вертикальной трещины в центре балки устраняет локальный пик растягивающих напряжений в центре нижней грани балки. На нижней грани возникают две области растягивающих напряжений с меньшими пиковыми значениями напряжений. Это приводит к возникновению дополнительных наклонных трещин в растянутой зоне на некотором удалении от центра балки. Появление вторичных трещин также вызывает перераспределение напряжений и уменьшение пиковых напряжений в растянутой зоне. Трещины будут появляться до тех пор, пока перераспределение напряжений не приведет к уменьшению максимальных растягивающих напряжений до уровня ниже предела прочности материала при растяжении.

Проведено исследование влияния высоты центральной трещины на распределение напряжений на нижней грани балки. Установлено, что влияние изменения высоты организованной трещины на величину растягивающих напряжений быстро снижается по мере удаления от трещины в сторону опор. Увеличение высоты трещины приводит к уменьшению величины максимальных растягивающих напряжений на нижней грани балки. При этом зона максимальных напряжений смещается в сторону опор при увеличении высоты трещины.

В вершине организованной трещины происходит концентрация напряжений, что приводит к дальнейшему росту трещины в процессе нагружения. Однако рост трещины может быть ограничен армированием растянутой зоны балки.

Образование трещины вызывает искривление нейтральной линии балки. Большинство расчетных формул получены для балок без трещин, поэтому они не применимы для расчета прогибов и напряжений в балках с трещинами.

Появление трещин в растянутой зоне приводит к увеличению напряжений в сжатой зоне балки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hua Zhu. Crack formation of steel reinforced concrete structure under stress in construction period. *Frattura ed Integrità Strutturale*, 36 (2016), pp. 191 – 200.
2. Zheng S., Su Y., Zhang W., Li Q., Experimental study on seismic performance of joints in the castellated portal frame of light-weight steel, *Building Structure*, 44(12) (2014), pp. 80 – 84.
3. Zhao K., Zhu Z., Experimental study on behavior of the channel - masonry - concrete composite structures, *Applied Mechanics & Materials*, 578-579 (2014). pp. 1251 – 1256.
4. Goel M. D., Deformation, energy absorption and crushing behavior of single, double and multi-wall foam filled square and circular tubes, *Thin-Walled Structures*, 90 (2015), pp. 1 – 11.
5. Oh H.K., Park S.M., Hong S.I., Hot Deformation and Cracking during Compression of 21-4N Steel, *Advanced Materials Research*, 1102 (2015), pp. 12 – 21.
- Kocsis P., Discussion of «Simplified Method of Lateral Distribution of Live Load Moment», *Journal of Bridge Engineering*, 10(5) (2015), pp. 630 – 631.
6. Gzyl M., Pesci R., Rosochowski A., Boczekal S., Olejnik L., In situ analysis of the influence of twinning on the strain hardening rate and fracture mechanism in AZ31B magnesium alloy, *Journal of Materials Science*, 50(6) (2015), pp. 2532 – 2543.
7. Fisker J. Shear capacity of reinforced concrete beams without shear reinforcement. PhD thesis. Aarhus (Denmark): Aarhus University; 2014., 155 p.
8. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н. О построении более совершенной модели деформирования железобетона с трещинами при плоском напряженном состоянии // II Всероссийская (Международная) конференция по бетону и железобетону «Бетон и железобетон – пути развития». М. 2005. С.431 – 444.
9. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н. К построению физических соотношений в инкрементальной форме для расчета железобетонных конструкций с трещинами // 1-я Всероссийская конференция по проблемам бетона и железобетона / Бетон на рубеже третьего тысячелетия. Кни-

га 2, М., 2001. С.711 – 717.

10. Митасов В.М. Определение напряжений арматуры железобетонного элемента в сечение с трещиной. *Известия вузов*. 1988. № 3. С. 116 – 118.
11. Митасов В.М., Адищев В.В. Основные предпосылки построения энергетической теории сопротивления железобетона. *Известия вузов*. 2010. № 5. С.3 – 9.
12. Митасов В.М., Адищев В.В. Основные положения энергетической теории сопротивления железобетон. *Известия вузов*. 2010. № 6. С. 3 – 8.
13. Михайлова Н.С. Экспериментальные исследования железобетонных балок без трещин и заранее намеченной трещины. *Известия вузов*. 2007. № 4. С. 110 – 113.
14. Логунова М.А., Пешков А.С. Экспериментальные исследования бетонных балок без организованных трещин и с заранее организованными трещинами. *Известия вузов*. 2011. №1. С. 116 – 120.
15. Михайлова Н.С., Митасов В.М. Напряженно-деформированное состояние железобетонной балки с трещиной // *Материалы Международных академических чтений*. Курск : 2007. – С. 104 – 108.
16. Албаут Г.Н., Митасов В.М., Пичкурова Н.С., Табанохова М.В. Модельное исследование влияния организованных трещин на напряженное состояние балок. *Известия вузов*. 2009. № 6. – С. 119 – 127.
17. Бруйка В.А., Фокин В.Г., Солдукова Е.А., Адеянов И.Е. Инженерный анализ в ANSYS Workbench : уче. Пособие. Самара, Самр.госуд.техн.ун-т, 2010, 271с.
18. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности. М. : Высшая школа, 1982. 264 с.
19. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. М. : Стройиздат, 1974. 316 с.
20. Клованич С.Ф., Мироненко И.Н. Метод конечных элементов в механике железобетона. Одесса, 2007. 110 с.
21. Адищев В.В., Демешкин А.Г., Шульга В.К., Грачева М.С., Данилов М.Н., Мальцев В.В. Определение зоны анкеровки армирующего элемента при вытягивании из матрицы бетона. *Известия вузов*. 2014. №12. С. 67 – 79.

THE INFLUENCE OF THE PRE-ORGANIZED CRACKS IN THE TENSILE ZONE OF THE REINFORCED CONCRETE BEAM UNDER STATICALLY SHORT-TERM LOADING

A. Chhom, A.M. Kurobanov, F.K. Sametov

ANNOTATION

The experimental and theoretical research of the single-span reinforced concrete beam with artificial flaw in tension area under the action of static short-term loads is performed. The stress-strain state of the structure, based on numerical simulation using finite element software system ANSYS, is investigated. The results of numerical simulation are compared with the experimental results. It is shown that under static short-term loads, the beams with pre-cracking have the crack formation of significantly different nature in comparison with the beams without pre-cracking. The comparative analysis of the experimental data of the reinforced concrete beam under short-term loading with the results of ANSYS Software program modeling is carried out in the article. The introduction of the artificial defects to the tension area of beams would lead to the significant change in the stress- strain state of the structure and to «mild» nature of its deformation. The result of such beams deflections under the load is less than deflections of beams without artificial flaws. The recommendations on the beams' designing with artificial flaws are given in the article. The results of the modeling cracks' feasibility in the manufacturing process are demonstrated in the research, because there are the possibilities to regulate the stress fields.

KEY WORDS: reinforced concrete, preform organized crack, cracked, finite element method, Ansys.

УСТОЙЧИВОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННЫХ И ОСТАТОЧНЫХ БИТУМОВ К ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ

¹М.А. Высоцкая, ²С.Ю. Шеховцова, ¹А.Г. Обухов, ¹Ю.Ю. Есипова

¹БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия;

²НИУ МГСУ, г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В работе произведен сравнительный анализ влияния способа получения нефтяных дорожных битумов на стабильность их структуры. Оценка стабильности производилась посредством изучения сопротивления структуры деструктивным процессам. Рассмотрены основные особенности термоокислительных процессов старения, происходящие в окисленных и остаточных компаундированных дорожных битумах. Моделирование термоокислительного процесса старения осуществляли по методу TFOT. Изучение деградации вяжущих производили в течение длительного промежутка времени, оценку деструктивных процессов в битумах, полученных различным путем, проводили посредством дифференциального метода. Установлены характеры изменения свойств битумов после старения. Изучен вклад исходного сырья (окисленный и остаточный битумы) полимерно-битумного вяжущего на его устойчивость к термоокислительному старению. Комплексное влияние исходного сырья на свойства, характеризующие качество модифицированного вяжущего и на его сопротивляемость к деструкции, производили с применением метода многокритериальной оптимизации. Разработаны частные критерии качества, учитывающие структурную чувствительность к деструкции и направленность изменений свойств, модифицированного полимером после термоокислительного старения. Оптимизация проводилась по обобщенному критерию стабильности структуры, вид которого учитывает особенности оптимизируемого объекта и направленность изменения свойств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *остаточные и окисленные битумы, термоокислительное старение, термодеструкция, полимерно-битумное вяжущее, критерий стабильности структуры, оптимизация.*

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатационные показатели покрытий автомобильных дорог напрямую зависят от свойств органических вяжущих, подверженных неизбежным структурным изменениям: переходу из жидкообразных дисперсных смол в коагуляционную структуру асфальтенов с последующим развитием их жесткой пространственной структуры. Следует отметить, что процесс развития коагуляционной структуры происходит медленно, не требует большой энергии активации и протекает при небольших температурах. Тогда как для процессов формирования и развития жесткой пространственной структуры асфальтенов требуются высокие температуры, в связи с большой энергией активации, и развиваются они интенсивно [1]. Стоит отметить, что температуры, используемые в технологических операциях подогрева и перемешивания органического вяжущего с минеральным материалом, являются достаточными для интенсификации этого процесса.

Старение битума является одной из главных причин появления на дорожном покрытии трещин при пониженных температурах, усталостного трещинообразования, шелушений и выбоин, приводящих к преждевременному разрушению покрытия автомобильной дороги и перерасходу инвестиций, необходимых для ремонта. Таким образом, надежность и долговечность автомобильных дорог с длительным сроком службы и возможностью сокращения стоимости технического обслуживания напрямую связаны с качеством используемого органического вяжущего.

Основополагающее значение для качества дорожных покрытий из асфальтобетонов имеет процесс получения дорожного битума. В европейских странах основным сырьем для изготовления дорожных битумов служит остаток перегонки нефти, полученный при достаточно высоком давлении, в результате чего получают неокисленные вяжущие. Также для их получения используют прием компаундирования нефтяных остатков [2, 3, 4]. В Российской Фе-

дерации повсеместно реализуется процесс глубокого окисления гудронов, причем ему подвергаются нефти различных месторождений и составов. Это ведет к нестабильности перерабатываемого сырья, является негативным фактором на пути получения качественного продукта для дорожной отрасли и дополнительно усложняет контроль выпускаемого окисленного битума. Получение такого битума с химической позиции является процессом окислительного дегидрирования радикального типа, неминуемо ведущим в большей или меньшей степени к образованию пачечных структур асфальтенов (графитоподобных кристаллических структур). Увеличение содержания данных структур приводит к формированию грубодисперсных асфальтенов, что является негативным фактором, приводящим к старению битума, и, как следствие, ухудшению его свойств, таких как пластичность, эластичность, адгезия к минеральному наполнителю любого типа, что неминуемо приводит к преждевременному разрушению покрытий автомобильных дорог [5,6].

Как известно, процессы старения протекают на всех стадиях использования битума: хранение, транспортировка, приготовление асфальтобетонной смеси и ее укладка, а также весь жизненный цикл работы в составе дорожного композита. Важно отметить, что процессы старения битума начинаются уже на стадии получения самого продукта. Поэтому актуальным направлением в улучшении качества битума является ингибирование деструктивных процессов на стадии его производства. Добиться этого можно за счет использования «щадящих» условий приготовления, к числу которых относится компаундирование остаточных продуктов переработки нефтей: гудронов, крекинг-остатков, асфальтов деасфальтационных, экстрактов очистки масел и т.д. [7,8].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе произведен сравнительный анализ влияния способа получения битумов на стабильность их структуры. Рассматривались битум компаундированный неокисленный БКН 130/200, полученный в результате компаундирования остаточных продуктов переработки нефти и битум БНД 90/130 производства ОАО «Славнефть-Янос» (Нижний Новгород), полученный глубоким окислением гудрона. Ввиду того что битум неокисленный, в соответствии с «классическими» представлениями [8, 9, 10, 11], характеризуется высокой стойкостью к деструктивным процессам, для ужесточения условий эксперимента было выбрано вяжущее, содержащее в своем составе преобладающую

мальтеновую часть, которая более подвержена негативному воздействию термической обработки.

Стабильность структуры битума наиболее полно характеризуется ее сопротивлением деструктивным процессам – старению, которое сопровождается разрывом слабоустойчивых структурных связей, и, как следствие, ухудшением всего комплекса свойств.

Известно два основных механизма, инициирующих процессы старения органического вяжущего: термоокислительный и фотоокислительный. Наиболее агрессивным фактором, способствующим интенсивному старению вяжущего, принято считать термоокисление [9]. Смоделировать его можно посредством метода TFOT, который позволяет оценивать степень старения битума во время приготовления асфальтобетонной смеси.

В работе оценку деструктивных процессов в вяжущих, полученных различным путем, производили методом сравнения их характеристик до и после термоокислительного старения.

Моделирование процессов старения производили в печи, внутри которой находится пластина с вращающейся осью. Вяжущее нагревалось до текучего состояния, после этого навеска ($50 \pm 0,5$ г) выливалась в чаши из нержавеющей стали с внутренним диаметром 140 мм, толщина битумной пленки при этом составляла около 3,2 мм. Затем производился нагрев битума в течение 5 ч при температуре $163 \pm 0,1$ °С. После чего определялись показатели: температура размягчения, пенетрация при 0 и 25 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Учитывая, что согласно современным представлениям [8, 9, 10, 11], неокисленные битумы характеризуются повышенной сопротивляемостью деструктивным процессам при повышенных температурах, представляло интерес изучение деградации вяжущих в течение длительного промежутка времени. Динамику изменения свойств вяжущих оценивали в течение 40 ч прогрева, с шагом эксперимента 5 ч, результаты представлены на рисунках 1,2.

В результате аппроксимации полученных результатов (рис. 1, 2) было установлено, что динамика изменения свойств у БКН 130/200 имеет линейный характер, что характеризует его как более стабильный продукт, в отличие от БНД 90/130, где изменения свойств носят логарифмический и полиномиальный характер и сопровождаются локальными скачками свойств в определенные промежутки термостатирования, что говорит о нестабильно-

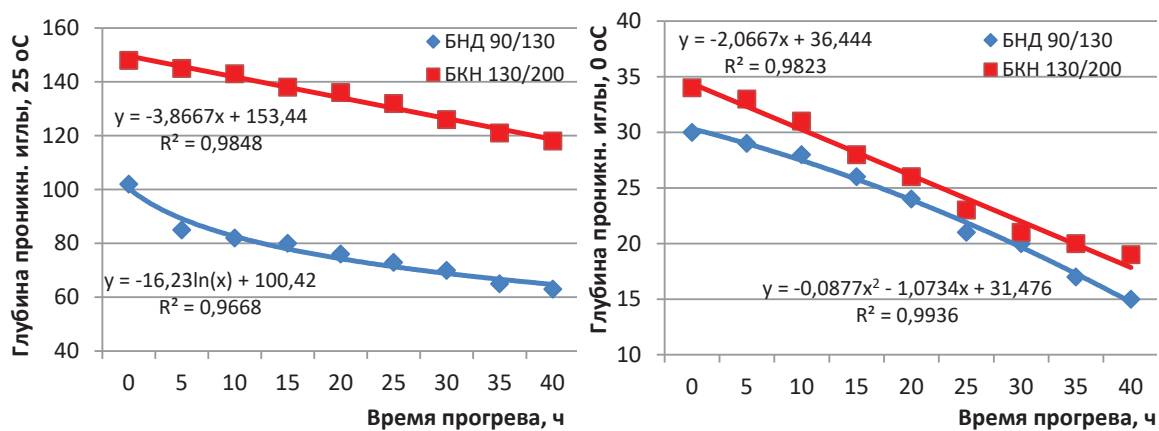


Рисунок 1 – Динамика изменения пенетрации вяжущих от времени термостатирования, определенная при температурах: а) 25 °С; б) 0 °С
Illustration 1 – Dynamics of the astringents penetration from the thermostating time, determined at temperatures: а) 25 °C; б) 0 °C

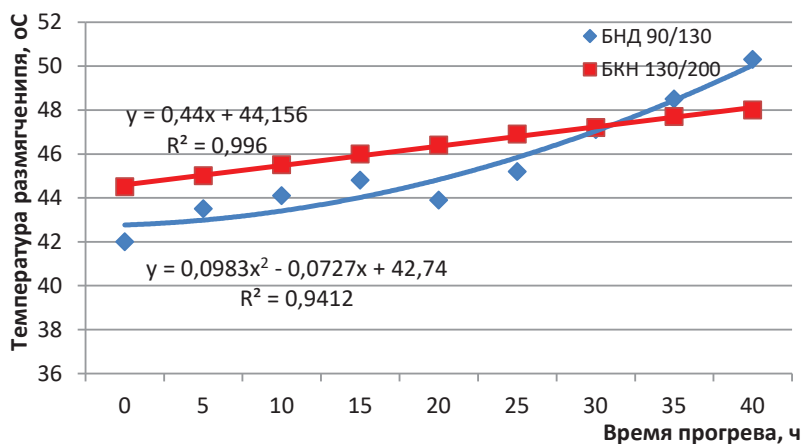


Рисунок 2 – Динамика изменения температуры размягчения вяжущих от времени термостатирования
Illustration 2 – Dynamics of the softening temperature of astringents from the time of thermostating

сти структуры и слабом ее сопротивлении деструктивным процессам. Кроме того, БКН 130/200 характеризуется замедленным темпом прироста показателей свойств в результате 40-часового прогрева. Так, пенетрация при 25 °С изменилась на 20%, тогда как в БНД 90/130 на 38%. При изучении пенетрации при 0 °С было установлено следующее незначительное изменение: для БКН 130/200 – 50%, для БНД 90/130 – 47%. При изучении температуры размягчения это изменение составило 7% для БКН 130/200, против 20 % для БНД 90/130, что позволяет говорить об ингибировании термического и окислительного процессов в тяжелых компонентах нефтяного сырья неокисленных битумов и, соответственно, замедлении фазового перехода мелкодисперсных частиц в грубодисперсные асфальтены,

накопление которых сопровождается старением вяжущего.

Однако стоит отметить, что в дорожном строительстве «чистый» битум уже практически не используют, ввиду его неспособности «противостоять» всевозрастающим нагрузкам на дорожное полотно, что приводит к преждевременному разрушению покрытия. В связи с чем существует острая необходимость улучшения качества вяжущего материала, для чего используется различное множество рецептурно-технологических приемов [12 – 24]. Проведенные исследования продемонстрировали, что использование полимерных материалов для улучшения качества битума [15 – 24], является наиболее рациональным решением при выборе из множества существующих модификаторов. Так, полимерно-модифици-

Таблица 1
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПБВ-60
Table 1

PHYSICAL AND MECHANICAL WSP STRUCTURE 60 INDEXES

Наименование показателя	ГОСТ 52056-2003 ПБВ-60	Исходные		Время термостатирования, ч			
				5		9	
		ПБВ №1	ПБВ №2	ПБВ №1	ПБВ №2	ПБВ №1	ПБВ №2
Глубина проникания иглы 0,1 мм, при 250С при 00С	60 32	75 23	81 33	70 22	74 29	68 18	63 20
Температура хрупкости, 0С	-20	-22	-22	-21	-19	-19	-16
Температура размягчения, 0С	54	79	68	82	74	84	77
Однородность	Одн.	Одн.	Одн.	Одн.	Одн.	Одн.	Одн.
Растяжимость, см $\Delta\Delta_L$, при 250С при 00С	25 11	93 15	68 19	87 12	58 15	71 6	44 9
Эластичность, % $\Delta\Delta_L$, при 250С при 00С	80 70	93 74	89 75	95 72	90 70	95 69	67 68

рованное вяжущее характеризуется: улучшением эластопластических характеристик, повышенным сопротивлением усталостным разрушениям материала и старению. И тут возникает закономерный вопрос, достаточно ли для улучшения сопротивления вяжущего процессам деструкции только полимерного модификатора или необходимы дополнительные факторы.

Для ответа на этот вопрос было рассмотрено два вида полимерно-модифицированных вяжущих, различие в которых составило исходное сырье. В первом случае полимерно-битумное вяжущее готовилось на битуме БКН 130/200 (ПБВ №1), во втором – на БНД 90/130 (ПБВ №2). В качестве полимерного модификатора использовался термоэластопласт бутадиен-стирольный марки СБС Л 30-01А, представляющий собой продукт блок сополимеризации стирола и бутадиена в растворе углеводородов в присутствии литийорганического катализатора с размером частиц менее 0,5 мм. Содержание полимера, согласно предварительному подбору в обоих случаях, для получения ПБВ 60, отвечающего тре-

бованиям ГОСТ 52056-2003 [25], составило 3,7%. Приготовление ПБВ осуществлялось по стандартной технологии. Требования к технологическим параметрам производства ПБВ изложены в [25,26], согласно которым, температура приготовления и хранения не должна превышать 160 °С, а продолжительность хранения – не более 8 ч. Поэтому представляло интерес изучить термоустойчивость образцов ПБВ 60 в течение 5 и 9 ч прогрева.

Физико-механические свойства исходного и состаренного ПБВ 60 представлены в таблице 1.

Оценку комплексного влияния исходного сырья на свойства, характеризующие качество конечного материала – ПБВ 60, и на его сопротивляемость к деструкции, производили с применением метода многокритериальной оптимизации [27]. Для установления вклада и влияния исходного сырья ПБВ 60 на его устойчивость к термоокислительным процессам, были разработаны, по изменению показателей свойств вяжущих после термостатирования, частные критерии качества, отражающие чувствительность структуры ПБВ 60 к деструкции.

Критерий текучести, характеризующий изменение глубины проникания иглы (пенетрации) при температурах 25 и 0 °С после старения ПБВ 60, а также учитывающий изменение интервала текучести (разница значений пенетрации при температуре 25 °С и 0 °С) после старения, рассчитывали по формуле:

$$k_T = 1 - \frac{\Delta P'}{\Delta P} \cdot \frac{P_{25} - P'_{25}}{P_{25}} \cdot \frac{P_0 - P'_0}{P_0}, \quad (1)$$

где $\Delta P' = \frac{P'_{25} - P'_0}{P'_{25}}$ и $\Delta P = \frac{P_{25} - P_0}{P_{25}}$;

P'_{25} и P'_0 – глубина проникания иглы состаренного ПБВ при температурах 25 и 0 °С соответственно, 0,1 см;

P_{25} и P_0 – глубина проникания иглы исходного ПБВ при температурах 25 и 0 °С соответственно.

Критерий пластичности, учитывающий изменение температуры хрупкости и размягчения после старения, рассчитывали по формуле

$$k_{\Pi} = \frac{T'_p + |T'_{xp}|}{T_p + |T_{xp}|}, \quad (2)$$

где T'_p и T'_{xp} – температуры размягчения и хрупкости состаренного ПБВ, соответственно °С; T_p и T_{xp} – температуры размягчения и хрупкости исходного ПБВ, соответственно °С.

Критерий дуктильности, учитывающий изменение растяжимости ПБВ после старения, рассчитывали по формуле

$$k_d = 1 - \left(\frac{P_{25} - P'_{25}}{P_{25}} \right) \cdot \left(\frac{P_0 - P'_0}{P_0} \right), \quad (3)$$

где P'_i – растяжимость состаренного ПБВ при температурах 25 °С (P'_{25}) и 0 °С (P'_0), мм; P_i – растяжимость исходного ПБВ при температуре 25 °С (P_{25}) и 0 °С (P_0), мм.

Критерий обратимых деформаций, учитывающий изменение эластичности ПБВ после старения, рассчитывали по формуле

$$k_{OD_i} = 1 - \left(\frac{\mathcal{E}_{25} - \mathcal{E}'_{25}}{\mathcal{E}_{25}} \right) \cdot \left(\frac{\mathcal{E}_0 - \mathcal{E}'_0}{\mathcal{E}_0} \right), \quad (4)$$

где $\mathcal{E}'_i$ – эластичность состаренного ПБВ, при температурах 25 °С ($\mathcal{E}'_{25}$) и 0 °С ($\mathcal{E}'_0$) %; $\mathcal{E}_i$ – эластичность исходного ПБВ при температурах 25 °С ($\mathcal{E}_{25}$) и 0 °С ($\mathcal{E}_0$), %.

Результаты расчета частных критериев качества представлены в табл. 2.

Таблица 2
Частные критерии качества ПБВ-60
Table 2
PRIVATE QUALITY WSP STRUCTURE 60 CRITERIA

Наименование частного критерия качества	Время термостатирования, ч			
	5		9	
	ПБВ №1	ПБВ №2	ПБВ №1	ПБВ №2
$k_{\dot{O}}$	0,99	0,98	0,99	0,95
$k_{\dot{I}}$	1,01	1,03	1,01	1,03
$k_{\dot{A}}$	0,98	0,96	0,60	0,32
$k_{\dot{I} \dot{A}}$	1,00	1,00	1,00	0,97

Оптимизация проводилась по обобщенному критерию стабильности структуры, вид которого учитывает особенности оптимизируемого объекта и направленность изменения свойств после старения образцов ПБВ 60. В данной работе была использована аддитивная функция

$$F = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n k_i} \rightarrow \max, \quad (5)$$

В соответствии с разработанными частными критериями обобщенный критерий стабильности структур ПБВ 60, приготовленных с применением исследуемых органических вяжущих (неокисленного битума БКН 130/200 и окисленного битума БНД 90/130), будут иметь вид

$$F = \sqrt[4]{k_T \cdot k_{\Pi} \cdot k_d \cdot k_{OD}}. \quad (6)$$

Результаты расчета обобщенного критерия стабильности структуры, характеризующего устойчивость ПБВ 60 на основе БКН 130/200 и

БНД 90/130 к термодеструктивным процессам, представлены на рис. 3.

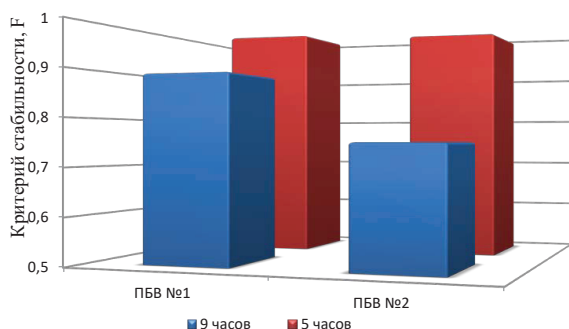


Рисунок 3 – Обобщенный критерий устойчивости структуры ПБВ 60 к термодеструктивным процессам

Illustration 3 – Generalized criterion for the stability of the WSP structure 60 to thermdestructive processes

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов (см. рис. 3) показывает, что после 5 ч прогрева структура образцов модифицированных вяжущих: ПБВ № 1 (на основе БКН 130/200) и ПБВ № 2 (на основе БНД 90/130) осталась стабильной, изменения свойств до/после прогрева находятся в пределах 5%, о чем свидетельствует значение обобщенного критерия стабильности структуры. При более длительном термоокислительном воздействии (9 ч) видно, что в образце ПБВ на основе окисленного битума БНД 90/130 наблюдается интенсификация деструктивных процессов, сопровождающаяся ухудшением стабильности структуры на 25 %. В образце ПБВ на основе БКН 130/200 наблюдаются менее выраженные деструктивные процессы, в этом случае ухудшение устойчивости структуры составило 10 %, что свидетельствует о большей совместимости остаточного компаундированного битума с полимером и, как следствие, о формировании более устойчивой к разрушающим факторам, и стабильной структуры модифицированного вяжущего. Таким образом, установлено, что основной вклад в обеспечение устойчивости структуры полимерно-битумного вяжущего к термодеструктивным процессам вносит его основа – битум. Поэтому использование неокисленных (остаточных) битумов является перспективным направлением в улучшении качества дорожных композитов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поконова Ю.В. Химия высокомолекулярных соединений нефти. Л. : Изд-во Ленинградского университета, 1980. 172 с.
2. Хуснутдинов И.Ш., Копылов А.Ю., Лутфуллин М.Ф.,

Гончарова И.Н., Гаврилов В.И., Петрова Л.М., Ханова А.Г. Сопоставительный анализ неокисленных битумов, полученных различными методами // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2009. Т. 52. № 12. С. 80 – 84.

3. Андреев А.Ф., Марков С.В. Современное состояние и перспективы развития битумного производства в России // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2009. № 7. С. 31 – 34.

4. Высоцкая М.А., Киндеев О.Н., Обухов А.Г. Неокисленные вяжущие для дорожных композитов // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2016. № 12. С. 4 – 10.

5. Ганиева Т.Ф., Кемалов А.Ф., Фахрутдинов Р.З., Дияров И.Н. Пути повышения качества окисленных битумов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 1997. № 6. 202 с.

6. Глязова А.А., Дезорцев С.В., Кутын Ю.А., Теляшев Э.Г., Ризванов Т.М. О некоторых особенностях реологических характеристик нефтяных окисленных битумов // В сборнике: Нефтегазопереработка-2009 Материалы Международной научно-практической конференции. Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков, ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ». Уфа : 2009. С. 178 – 182.

7. Пустынников А.Ю., Рябов В.Г., Калимуллин Д.Т., Нечаев А.Н., Тресков Я.А. Получение компаундированных битумов улучшенного качества / Химия и технология топлив и масел. 2006. № 3. С. 26 – 28.

8. Domínguez F.J.N., García-Morales M The use of waste polymers to modify bitumen // Polymer Modified Bitumen 2011. Pp. 98–135.

9. Исраилова З.С. Влияние технологии битумов на устойчивость к старению: дис. ... канд. техн. наук: Астрахань. 2012. 187с.

10. Юрген Х., Томас В. Асфальт в дорожном строительстве. 2013. 450 с.

11. Золотарев В.А. Сравнительные исследования окисленных и остаточных битумов и ПБВ // Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. №3. С. 24 – 28.

12. Plewa A., Belyaev P.S., Andrianov K.A., Zubkov A.F., Frolov V.A The effect of modifying additives on the consistency and properties of bitumen binders. Advanced Materials and Technologies. 2016. Vol 4. pp. 35 – 40.

13. Васильев Ю.Э., Юмашев В.М., Субботин И.В. Механохимическая активация битума // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 2. С. 38 – 39.

14. Евдокимова Н.Г., Лунова Н.Н. О направлениях использования добавок различной природы для модифицирования свойств битумов // Башкирский химический журнал. 2016. Т. 23. № 4. С. 49 – 62.

15. Лихтерова Н.М., Мирошников Ю.П., Лобанкова Е.С., Торховский В.Н., Кириллова О.И. Особенности технологии получения полимербитумных вяжущих // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2011. № 8. С. 24 – 28.

16. Люсова Л.Р., Евтушенко В.А., Дорохова Т.Н., Небратенко Д.Ю. Модификация битума бутадиен-стирольными ТЭП и их смесями // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2012. № 1. С. 11 – 14.

17. R. Micaelo, A. Santos, C. Duarte. Mixing and compaction temperatures of asphalt mixtures with modified bitumen // Proceedings of 5 th Eurasphalt & Eurobitumen Congress. Istanbul. 2012, June. 7 p.

18. McNally T. Polymer Modified Bitumen: Properties and Characterization. U.K.: Woodhead Publishing Limited, 2011. 424 p.

19. Глозырин А.Б., Абдуллин, Н.А. Кочков, Р.В. Карманов, С.Т. Буртан Полимерно-битумные композиции на основе 1,2 – полибутадиена // Журнал прикладной химии. 2008. Т. 81. Вып. 9. С.1559 – 1562.

20. Xiao Y., Van De Ven M.F.C., Molenaar A.A.A., Su Z., Zandvoort F. Characteristics of two-component epoxy modified bitumen. Materials and Structures. 2011. Т. 44. Vol. 3. pp. 61 – 622.

21. Ширкунов А.С., Рябов В.Г., Нечаев А.Н., Дегтянников А.С. Анализ изменения характеристик окисленных и полимерно-модифицированных дорожных битумов в ходе старения вяжущего в тонкой пленке // Вестник Пермского национ. исслед. политехн. университета. Хим. технология и биотехнология. 2011. № 12. С. 80 – 85.

22. Полякова В.И., Полякова С.В. Особенности получения и применения полимерно-битумных вяжущих в дорожном строительстве // Дороги и мосты. 2013. № 29. С. 277 – 298.

23. Saglik A., Gungor A.G. Evolution of performance grades and polymer dispersion of polymer modified binders. / Turkish Highways Research and Development Department // Proceedings of 5 th Eurasphalt & Eurobitume Congress. Istanbul. 2012, June. 8 p.

24. Soenen H. The morphology of SBS modified bitumen

in binders and in asphalt mix // In: Advanced Testing and Characterization of Bituminous Materials. London: Taylor & Francis Group, 2009. pp. 151 – 160.

25. ГОСТ Р 52056-2003. Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 2005. 5 с.

26. ОДМ 218.2.003-2007. Рекомендации по использованию полимерно-битумных вяжущих материалов на основе блоксополимера типа СБС при строительстве и реконструкции автомобильных дорог // Росавтодор. Введ. 01.02.2007.

27. Бормотов А.Н., Прошин И.А., Королев Е.В. Математическое моделирование и многокритериальный синтез композиционных материалов // Научное издание. Пенза : ПГТА, 2011. 432с.

STABILITY OF MODIFIED BINDERS ON BASIS OF OXIDIZED AND RESIDUAL BITUMENS TO THERMODESTRUCTIONS

A. Chhom, A.M. Kurobanov, F.K. Sametov

ANNOTATION

The paper analyses the influence of the method for obtaining petroleum road bitumen on the stability of their structure. Stability evaluation is carried out by studying the resistance of the structure to destructive processes. The main features of the thermo-oxidative aging processes occurring in oxidized and residual compounded road bitumen are considered. The modeling of the thermo-oxidative aging process is carried out by the TFOT method. Studies of the degradation of binders are carried out over a long period of time, the evaluation of destructive processes in bitumen is obtained by different methods was carried out by means of a differential method. The characters of the change in the properties of bitumen after aging are established. The contribution of the raw material (oxidized and residual bitumen) of the polymer-bitumen binder to its resistance to thermal and oxidative aging is studied. The complex effect of the raw material on the properties characterizing the quality of the modified binder and its resistance to degradation is made using the multicriteria optimization method. Specific quality criteria has been developed that take into account the structural sensitivity to destruction and the direction of changes in properties modified by the polymer, which binds after thermal oxidative aging. Optimization is carried out according to the generalized criterion of structural stability, the form of which takes into account the features of the optimized object and the direction of the change in properties.

KEYWORDS: residual and oxidized bitumens, thermal-oxidative aging, thermal degradation, polymer-modified binder, criterion of structural stability, optimization.

REDERENCES

1. Pokonova Yu.V. Khimiya vysokomolekulyarnykh soyedineniy nefi [Chemistry of high-molecular oil compounds]. Leningrad, Leningrad University Publishing House, 1980. 172 p.

2. Khusnutdinov I.Sh., Kopylov A.Yu., Lutfullin M.F., Goncharova I.N., Gavrilov V.I., Petrova L.M., Khanova A.G. Sopostavitel'nyy analiz neokislennykh bitumov, poluchennykh razlichnymi metodami [Comparative analysis of unoxidized bitumens obtained by various methods]. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Series: Chemistry and Chemical Technology. 2009. P. 52. Vol.12. pp. 80 – 84.

3. Andreev A.F., Markov S.V. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya bitumного proizvodstva v Rossii [The current state and prospects for the development of bitumen production in Russia]. Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex. 2009. Vol.7. pp. 31 – 34.

4. Vysotskaya M.A., Kindev O.N., Obukhov A.G. Neokislennyye vyazhushchiye dlya dorozhnykh

kompozitov [Unoxidized astringents for road composites]. World of petroleum products. Bulletin of oil companies, 2016. Vol. 12, pp. 4 – 10.

5. Ganieva T.F., Kemalov A.F. Puti povysheniya kachestva oksislennykh bitumov [Fakhrutdinov RZ, Diyarov I.N. Ways to improve the quality of oxidized bitumens]. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Oil and gas, 1997, vol. 6, 202 p.

6. Gilyazova A.A., Dezortsev S.V., Kutyn Yu.A., Telyashev E.G., Rizvanov T.M. O nekotorykh osobennostyakh reologicheskikh kharakteristik neftyanykh oksislennykh bitumov [On some features of the rheological characteristics of petroleum oxidized bitumens]. Institute of Oil Refining of the Republic of Bashkortostan. Ufa, 2009. pp. 178 – 182.

7. Pustynnikov A.Yu., Ryabov V.G., Kalimullin D.T., Nechaev A.N., Treskov Ya.A. Polucheniye kompaundirovannykh bitumov uluchshennogo kachestva [Obtaining compounded bitumen of improved quality]. Himiya i tehnologiya topliv i masel, 2006, vol. 3, pp. 26 – 28.

8. Domínguez F.J.N., García-Morales M. The use of waste polymers to modify bitumen // Polymer Modified Bitumen 2011. pp. 98 – 135.

- grades and polymer dispersion of polymer modified binders. Turkish Highways Research and Development Department. Proceedings of 5 th Eurasphalt & Eurobitume Congress. Istanbul, 2002, June. 8 p.
24. Soenen H. The morphology of SBS modified bitumen in binders and in asphalt mix. In: Advanced Testing and Characterization of Bituminous Materials. London: Taylor & Francis Group, 2009. pp. 151 – 160.
25. GOST R 52056-2003. Vyazhushchiye polimerno-bitumnyye dorozhnyye na osnovе bloksopolimerov tipa stirol-butadiyen-stirol. Tekhnicheskkiye usloviya. [Knitting polymer-bitumen road based on block copolymers such as styrene-butadiene-styrene Technical conditions]. M.: Publishing house of standards, 2005. 5 p.
26. ODM 218.2.003-2007. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu polimerno-bitumnykh vyazhushchikh materialov na osnovе bloksopolimera tipa SBS pri stroitel'stve i rekonstruktsii avtomobil'nykh dorog [Recommendations on the use of polymer-bitumen binders based on block copolymer type SBS in the construction and reconstruction of highways]. Rosavtdor. Enter. 01.02.2007. 63 p.
27. Bormotov A.N. Proshin I.A., Korolev E.V. Matematicheskoye modelirovaniye i mnogokriterial'nyy sintez kompozitsionnykh materialov [Mathematical modeling and multicriteria synthesis of composite materials]. Scientific publication. Penza: PGTA. 2011. 432 p.
- ## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ
- Высокая Марина Алексеевна (г. Белгород, Россия) – кандидат технических наук, доцент, кафедры «Автомобильные и железные дороги» ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46)*
Vysotskaya Marina Alekseevna – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Roads and railways», Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova st.46).
- Шеховцова Светлана Юрьевна (г. Белгород, Россия) – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Строительные материалы и материаловедение», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26).*
Shekhovtsova Svetlana Yur'yevna (Belgorod, Russia) – Ph.D. in Technical Science Assistant of the Department Building Materials and Materials Science, National Research Moscow State University of Civil Engineering» (129337, Moscow, Yaroslavskoe hw, 26).
- Обухов Александр Геннадьевич (г. Белгород, Россия) – аспирант кафедры «Автомобильные и железные дороги» ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46)*
Obukhov Alexander Gennad'yevich (Belgorod, Russia) – postgraduate of the Department «Roads and railways», Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova st.46).
- Есипова Юлия Юрьевна (г. Москва, Россия) – магистрант кафедры «Автомобильные и железные дороги» ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46)*
Esipova Julia Yur'yevna (Moscow, Russia) – graduate student of the Department «Roads and railways», Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova st.46).

РАЗДЕЛ IV. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 629.05

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА RRT ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ОБЪЕЗДЕ ПРЕПЯТСТВИЙ

^{1,2}И.З. Ахметзянов, ^{1,2}М.А. Ионов, ^{1,2}В.С. Карабцев

¹ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

²Научно-технический центр ПАО «КАМАЗ», г. Набережные Челны, Россия

АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена актуальной проблеме планирования траектории движения беспилотного транспортного средства. Представлены результаты разработки, программной реализации и исследования алгоритма построения квазиоптимальной траектории движения беспилотного транспортного средства в известном окружении. В качестве основы был использован стандартный алгоритм RRT для построения пути между двумя точками. Для повышения эффективности в базовый алгоритм были введены следующие модификации: ориентирование на точку финиша, удаление промежуточных вершин, учёт кинематических ограничений при поворотах. Ориентирование на точку финиша позволяет с некоторой вероятностью проверить возможность прямого соединения последней точки, найденной алгоритмом RRT, с точкой финиша. Это значительно сокращает время поиска траектории, так как в базовом алгоритме RRT поиск точки осуществляется до тех пор, пока случайно сгенерированная точка не окажется в окрестности финиша. Удаление промежуточных вершин осуществляется для участков, на которых можно спрямить траекторию за счет удаления промежуточных вершин без пересечения препятствий. Реализован учёт кинематических ограничений на минимальный радиус поворота транспортного средства на основе кривых Дубинса. В результате всех указанных модификаций алгоритма его быстродействие возросло примерно на 30% по результатам компьютерного моделирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: алгоритмы, беспилотные автомобили, планирование движения, поиск пути, робототехника, кривые Дубинса, RRT.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во всём мире ведутся активные работы, направленные на создание автономных транспортных средств и различных робототехнических комплексов на их основе. При этом в процессе их проектирования возникает целый комплекс задач как чисто технического, так и алгоритмического характера. В качестве примера можно указать проблему планирования траектории движения, которую необходимо быстро решать в условиях ограниченности вычислительных ресурсов бортовой информационно-управляющей системы [1, 2].

На сегодняшний день существует множество решений задачи планирования траектории движения. Перспективный подход реализуется в алгоритме быстрорастущего случайного дерева (Rapidly-exploring Random Tree, RRT) [3, 4]. Он имеет множество различных модификаций, способных ускорить процесс поиска и оптимизировать получаемую траекторию [5].

Наиболее часто алгоритм RRT применяется в задачах, где заранее известно расположение препятствий и необходимо найти маршрут передвижения транспортного средства, избегая столкновений с этими препятствиями

[6]. Примером практического применения может выступать движение авторобота по бездорожью, где в качестве непреодолимых стационарных препятствий могут выступать овраги, водоемы, лесные массивы и т.д.

В данной работе на основе анализа алгоритма RRT предлагается его модификация, в которой устранены некоторые недостатки базового варианта [7]. Выполнена также оценка производительности модифицированного алгоритма.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

RRT относится к типу алгоритмов, основанных на «вероятностных дорожных картах» (Probabilistic Roadmap Methods, PRM). При работе с PRM алгоритмами необходимы следующие входные данные:

- координаты старта и финиша;
- карта препятствий.

На выходе формируется пройденный транспортным средством путь (траектория движения) на данной карте.

Алгоритм RRT включает в себя следующие шаги:

1. Добавить в пустое дерево поиска начальную точку.
2. Выбрать точку C_n , лежащую в C_{Free} .
3. Найти в дереве T вершину C_i , ближайшую к C_n .
4. Построить путь $P_{i,n}$ от C_i к C_n .
5. Проверить на наличие пересечений препятствий путь $P_{i,n}$.
6. Если пересечения препятствий не были найдены, добавить C_n и $P_{i,n}$ в дерево T .
7. Если C_n не является целевой точкой, перейти к шагу 2.

Здесь C_n – некоторая точка в области поиска траектории; C_{Free} – свободная от препятствий область; T – дерево найденных вершин; $P_{i,n}$ – отрезок от найденной точки до ближайшей вершины C_i в дереве T .

В приведенном алгоритме на втором этапе выбирается точка из пространства, не занятого препятствиями. Эта точка выбирается случайным образом, что обеспечивает сходимость алгоритма. Функция распределения вероятности, которая используется для выбора новой точки, может варьироваться. Чаще всего используется равномерное распределение для выбора новых точек [8].

RRT имеет преимущество в скорости поиска траекторий по сравнению с другими распространенными алгоритмами, например A^* [9]. Кроме того, следует отметить, что для него существует большое количество различных

модификаций, комбинируя которые, можно получать последовательности для решения различных задач.

Вместе с тем базовый вариант алгоритма RRT имеет ряд недостатков, которые затрудняют его использование для построения траекторий движения транспортных средств.

Первым недостатком является низкое быстродействие алгоритма. Время построения траектории движения должно быть достаточно малым, чтобы обеспечить автономному транспортному средству возможность динамического перестроения маршрута движения в случае необходимости.

Вторым недостатком будет извилистость траектории и, как следствие, большой пройденный путь. На рис. 1 представлен пример, демонстрирующий результат работы алгоритма RRT.

Третий недостаток заключается в том, что в RRT нет учета кинематических ограничений транспортного средства, из-за чего получаемая траектория часто является непроезжаемой.

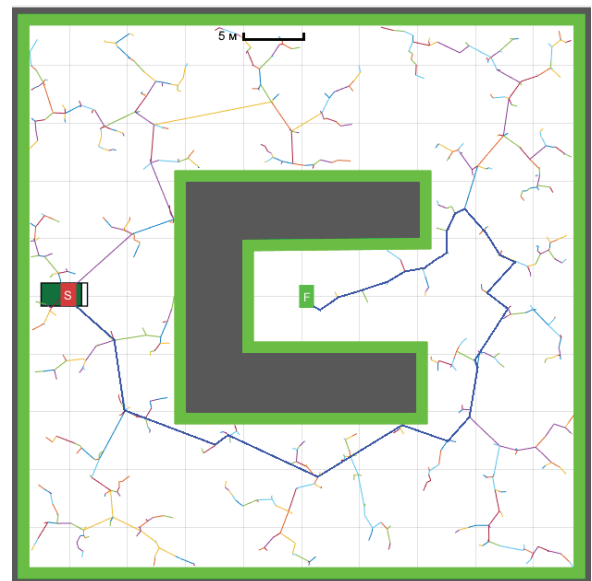


Рисунок 1 – Результат работы алгоритма RRT:
S – старт, F – финиш
Illustration 1 – The RRT algorithm results: S – start, F – finish

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для устранения выявленных недостатков можно предложить следующие решения.

Для решения первой проблемы используется алгоритм ориентации на точку финиша [10]. Этот алгоритм основывается на том, что на каждой итерации построения дерева, вместо случайного состояния с некоторой вероятностью может быть взята либо точка финиша,

либо случайное состояние из окрестности точки финиша, радиус которой равен расстоянию по прямой от точки финиша до ближайшей вершины дерева. Эта стратегия рассчитана на то, чтобы дерево в большей части «росло» в направлении финиша [11]. Данный метод также позволяет определить момент, когда для завершения построения пути остается только соединить вершину дерева с точкой финиша.

Для устранения второго недостатка использован алгоритм удаления промежуточных вершин. Несмотря на то что при использовании ориентирования на точку финиша траектория в некоторой степени выпрямляется [12], тем не менее она в общем случае содержит множество избыточных вершин. Для получения более короткой траектории необходимо добавить алгоритм удаления промежуточных вершин. Он рассчитан на то, что некоторые вершины получившейся траектории RRT можно соединить напрямую и при движении автомобиля не столкнется с препятствием.

Алгоритм удаления промежуточных вершин включает в себя следующие шаги [13]:

1. Задать индекс $i : i = 1$.
2. Задать индекс $j : j = N$.
3. Если $i < N$, перейти к шагу 4, иначе перейти к шагу 10.
4. Если $i < j$, перейти к шагу 5, иначе перейти к шагу 3.
5. Если есть препятствие между вершинами $path(i)$ и $path(j)$, то перейти к шагу 6, иначе перейти к шагу 7.
6. Уменьшить j на 1 и вернуться к шагу 4.
7. Добавить вершину $path(j)$ в конец массива $newpath$: $newpath = [newpath, path(j)]$.

8. Задать индекс $i : i = j$; вернуться к шагу 9.
9. Задать индекс $j : j = N$; вернуться к шагу 3.
10. Завершить алгоритм.

Здесь $path$ – массив вершин исходной траектории длиной N ; $newpath$ – результирующий массив вершин длиной $N_n : N_n \leq N$; i, j – индексы для обхода вершин в массиве $path$.

В приведенном алгоритме выполняется обход вершин траектории с двух концов и формирование нового пути путем последовательного включения в него минимально возможного числа вершин исходного массива, при котором исключается пересечение пути с препятствиями.

Для решения третьей проблемы – учета кинематических ограничений транспортного средства – применяется алгоритм построения кривых Дубинса [14].

Кривые Дубинса [15, 16] позволяют соединить с помощью кусочной кривой два положения транспортного средства – $q_i = (x_i, y_i, \theta_i)$ и $q_f = (x_f, y_f, \theta_f)$ на плоскости (x, y – координаты, θ – ориентация). Кривизна такого пути ограничена снизу параметром R_{min} , представляющим собой минимальный радиус поворота автомобиля [17, 18].

Путь Дубинса строится из множества кривых (рис. 2). Это множество состоит из шести элементов, которые обычно называются кривыми Дубинса [19, 20]:

$$D = \{LSL, RSR, RSL, LSR, RLR, LRL\},$$

где S представляет сегмент прямой линии, L обозначает дугу влево, R – дуга вправо.

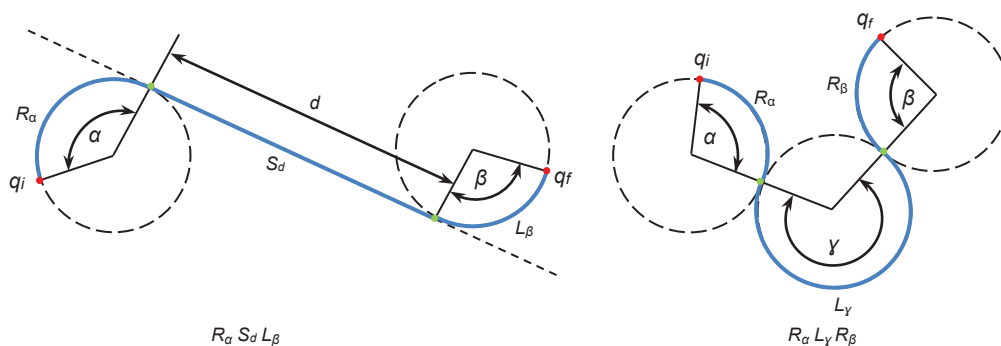


Рисунок 2 – Примеры кривых Дубинса
Illustration 2 – The examples of Dubins' curves

ОБСУЖДЕНИЕ

Программный модуль для определения траекторий движения автономного транспортного средства был разработан в среде MATLAB. В него включены возможность построения пользователем произвольных препятствий и возможность сохранения и загрузки полученных карт. После построения карты препятствий пользователю необходимо указать начало и конец для искомой траектории, после чего можно запускать алгоритм поиска маршрута.

Моделирование проводилось на компьютере следующей конфигурации:

- процессор: AMD FX 4100;
- частота процессора: 3600 МГц;
- объем оперативной памяти: 4 Гб;
- видеокарта: GeForce GTX 650;
- операционная система: Windows 10 Pro.

Для сравнительной оценки быстродействия алгоритма была проведена серия тестовых расчетов траектории объезда препятствий с одинаковыми входными данными. В ходе тестов расчет траектории выполнялся с помощью обычного и модифицированного вариантов алгоритма RRT. Результаты указаны в таблице

По приведенной таблице видно, что скорость поиска траектории по модифицированному алгоритму в среднем на 30% выше, чем для базового варианта алгоритма RRT, несмотря на то, что в модифицированном алгорит-

ме тратится дополнительное время на сокращение траектории и на учет кинематических ограничений.

Предлагаемая модификация алгоритма поиска траектории движения беспилотного транспортного средства включает три этапа:

1. Поиск траектории с помощью алгоритма RRT, модифицированного по принципу ориентирования на точку финиша.

2. Сокращение длины траектории с помощью удаления вершин.

3. Корректировка траектории для учета кинематических ограничений с помощью кривых Дубинса.

На рис. 3 – 5 отображены этапы работы программного модуля для поиска траекторий.

Первый этап был выполнен за 3,49 с, длина полученной траектории составляет 69,7 м.

На второй этап было затрачено 0,98 с, а длина сокращенной траектории 58,7 м., что позволяет сделать вывод об эффективности алгоритма удаления вершин.

На третий этап было затрачено 0,61 с. В результате построения траектории с учетом кинематических ограничений длина пути немного увеличилась и составила 61,5 м., но в итоге она все же меньше чем у траектории, получившейся на первом этапе. Траектория, показанная на рис. 5, построена при значении минимального радиуса поворота 5 м, что примерно соответствует кинематическим параметрам малолитражного легкового автомобиля.

Таблица

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ОБЫЧНОГО И МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМОВ RRT

Table

TEST RESULTS OF THE SIMPLE AND MODIFIED RRT ALGORITHMS

№ теста	Параметр	RRT	Модифицированный RRT
1	Время расчета (с)	23,807 1	4,296 6
	Длина траектории (м)	80,1	70,1
	Количество непроходимых поворотов	7	0
2	Время расчета (с)	9,065 2	12,949 0
	Длина траектории (м)	76,6	69,8
	Количество непроходимых поворотов	4	0
3	Время расчета (с)	17,741 5	6,336 0
	Длина траектории (м)	73,2	67,9
	Количество непроходимых поворотов	2	0
4	Время расчета (с)	7,044 2	13,659 6
	Длина траектории (м)	75,4	68,5
	Количество непроходимых поворотов	6	0
5	Время расчета (с)	86,923 3	12,647 3
	Длина траектории (м)	71,3	69,3
	Количество непроходимых поворотов	5	0

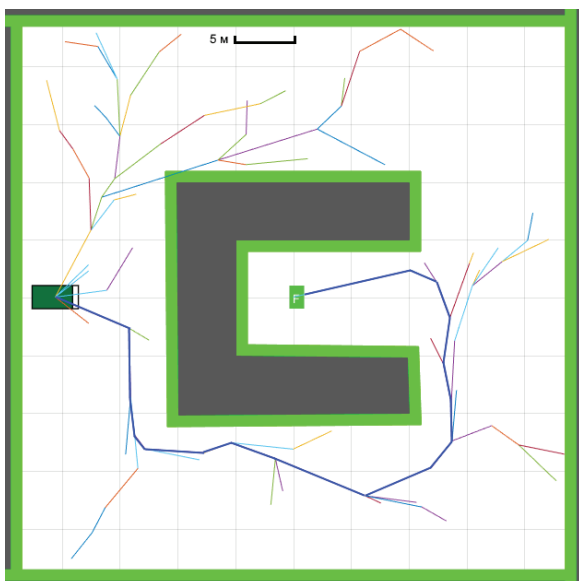


Рисунок 3 – Результат работы алгоритма RRT при ориентировании на точку финиша
Illustration 3 – The RRT algorithm results oriented to the finish

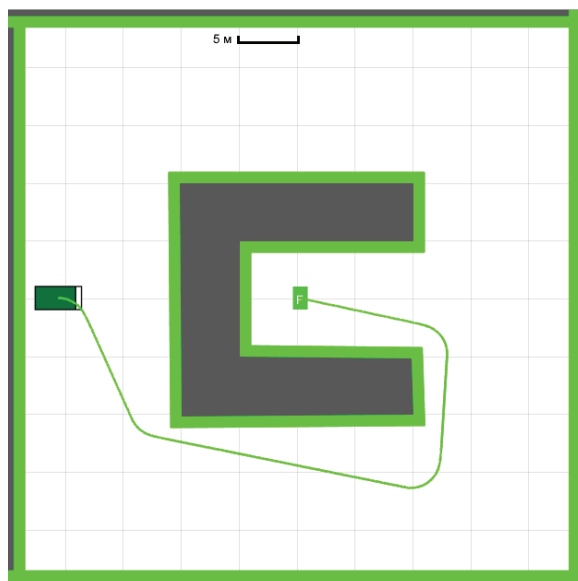


Рисунок 5 – Результат работы алгоритма для построения кривых Дубинса
Illustration 5 – The algorithm results for Dubin's curves construction

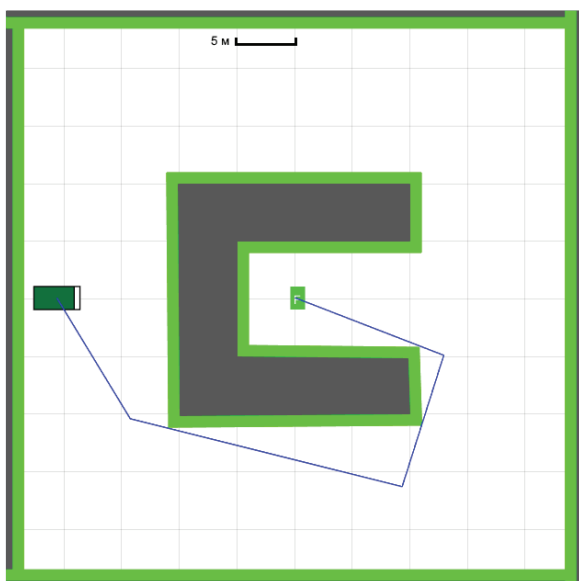


Рисунок 4 – Результат работы алгоритма удаления вершин
Illustration 4 – The algorithm results of the Vertex' moving off

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе предложена модификация алгоритма поиска маршрута движения беспилотного транспортного средства в известном окружении Rapidly-exploring Random Tree. Модифицированный алгоритм позволяет формировать квазиоптимальные траектории объезда препятствий. Выполненная оценка произво-

дительности модифицированного алгоритма в целом показала, что скорость работы алгоритма выросла в среднем на 30% в сравнении с базовым вариантом алгоритма. При этом сокращается длина получаемых траекторий, учитываются кинематические ограничения транспортного средства. В дальнейшем предполагается усовершенствовать алгоритм для учета желаемой ориентации корпуса транспортного средства в конечной точке маршрута. Кроме того, планируется проведение тестирования разработанного алгоритма на вычислительной платформе реального времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Polden J., Pan Z., Larkin N., Van Duin S. Path Planning with a Lazy Significant Edge Algorithm (LSEA). International Journal of Advanced Robotic Systems, 2013, vol. 10, pp. 1–8.
2. Guang Yang and V. Kapila, Optimal path planning for unmanned air vehicles with kinematic and tactical constraints. Proceedings of the 41st IEEE Conference on Decision and Control, 2002, vol. 2, pp. 1301–1306.
3. T. Kunz and M. Stilman, Kinodynamic RRTs with fixed time step and best-input extension are not probabilistically complete. Algorithmic Foundations of Robotics XI, pp. 233–244, Springer, 2015.
4. D. Hsu, R. Kindel, J.-C. Latombe, and S. Rock, Randomized kinodynamic motion planning with moving obstacles. The International Journal of Robotics Research, vol. 21, pp. 233–255, 2002.
5. LaValle S.M. Planning algorithms. Cambridge University Press. University of Illinois, p. 786.
6. Dolgov D., Thrun S., Montemerlo M., Diebel J. Path Planning for Autonomous Vehicles in Unknown Semi-structured Environments. The International Journal of Robotics Research, 2010, 29, pp. 485–501.
7. Lindemann S. R. and LaValle S. M. Incrementally

reducing dispersion by increasing Voronoi bias in RRTs. Proceedings IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004, vol. 4, pp. 3251–3257.

8. Пыхтин П.С., Камаев В.А., Крыжановский А.И., Никляев И.Ю., Пыхтин П.С. Планирование траектории движения мобильного робота с использованием градиента функции исследования областей пространства конфигураций // Кибернетика и программирование. 2014. № 1. С. 48–60.

9. Hart P.E., Nilsson N.J., Raphael B. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. Systems Science and Cybernetics, IEEE Transactions, 1968, vol. 4, issue 2, pp. 100–107.

10. LaValle S.M., Kuffner J.J. Randomized Kinodynamic Planning. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1999, vol. 1, pp. 473–479.

11. Schwarzer F., Saha M., Latombe J.-C. Adaptive Dynamic Collision Checking for Single and Multiple Articulated Robots in Complex Environments. IEEE Transactions on Robotics, 2005, pp. 338–353.

12. Boor V., Overmars M.H., Stappen A.F. The Gaussian sampling strategy for probabilistic roadmap planners. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1999, vol. 1, pp. 473–479.

13. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика.

Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.

14. Minas AC, Urrutia S. Discrete Optimization Methods to Determine Trajectories for Dubins' Vehicles. Electronic Notes in Discrete Mathematics, 2010, vol. 36, pp. 17–24.

15. Dubins L.E. On Curves of Minimal Length with a Constraint on Average Curvature, and with Prescribed Initial and Terminal Positions and Tangents. American Journal of Mathematics, 1957, vol. 79, No. 3.

16. Chitsaz H. and LaValle S. M. Time-optimal Paths for a Dubins Airplane. Proceedings of the 46th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2007, pp. 2379–2384.

17. K. Savla, E. Frazzoli and F. Bullo. Traveling Salesperson Problems for the Dubins Vehicle. IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 53, No. 6, Jul. 2008, pp. 1378–1390.

18. Wang D., F. Qi. Trajectory Planning for a Four-Wheel-Steering Vehicle, Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Robotics & Automation, 2001, pp. 3320–3325.

19. Hota S, Ghose D. A. Modified Dubins Method for Optimal Path Planning of a Miniature Air Vehicle Converging to a Straight Line Path. Proceedings of the 2009 conference on American Control Conference, 2009, pp. 2397–2402.

20. Dubins L.E. On Curves of Minimal Length with a Constraint on Average Curvature, and with Prescribed Initial and Terminal Positions and Tangents. American Journal of Mathematics, 1957, 79, pp. 497–516.

THE MODIFICATION OF THE RRT ALGORITHM FOR THE OPTIMAL TRAJECTORY DETERMINING OF THE MOTION VEHICLE WITH THE OBSTACLES AVOIDANCE

I.Z. Akhmetzyanov, M.A. Ionov, V.S. Karabceev

ANNOTATION

The problem of planning the motion path of an unmanned vehicle is presented in the article. The results of development and the software implementation, and the research of the algorithm for constructing quasi-optimal trajectory of an unmanned vehicle in a known environment are shown. The RRT standard algorithm as the basis for the path construction between two points is used in the article. To improve the efficiency, the basic algorithm of the following modifications such as the orientation to the finish point, the removal of intermediate vertices are introduced. The orientation to the finish point allows to check the possibility of the direct connection to the last point which could be found by the RRT algorithm. The orientation also reduces the trajectory searching, because the basic RRT algorithm searches the point until a randomly generated point appears in the vicinity of the finish line. The deleting process of the intermediate vertices is carried out for such route sections where the trajectory could be straighten by the intermediate vertices' removing without crossing the obstacles. The consideration of the kinematic constraints on the minimum turning radius of the vehicle, which is based on the Dubins curves is implemented in the article. As a result of all these algorithm modifications, its performance has been increased about 30% according to the computer simulation results.

KEYWORDS: algorithms, autonomous vehicles, motion planning, route search, robotics, Dubins curves, RRT.

REFERENCES

1. Polden J., Pan Z., Larkin N., Van Duin S. Path Planning with a Lazy Significant Edge Algorithm (LSEA). International Journal of Advanced Robotic Systems, 2013, vol. 10, pp. 1–8.

2. Guang Yang and V. Kapila, Optimal path planning for unmanned air vehicles with kinematic and tactical constraints. Proceedings of the 41st IEEE Conference on Decision and Control, 2002, vol. 2, pp. 1301–1306.

3. T. Kunz and M. Stilman, Kinodynamic RRTs with fixed time step and best-input extension are not probabilistically

complete. Algorithmic Foundations of Robotics XI. Springer, 2015, pp. 233–244, Springer.

4. D. Hsu, R. Kindel, J.-C. Latombe, and S. Rock, Randomized kinodynamic motion planning with moving obstacles. The International Journal of Robotics Research, vol. 21, pp. 233–255, 2002.

5. LaValle S.M. Planning algorithms. Cambridge University Press. University of Illinois, p. 786.

6. Dolgov D., Thrun S., Montemerlo M., Diebel J. Path Planning for Autonomous Vehicles in Unknown Semi-structured Environments. The International Journal of

Robotics Research, 2010, 29, pp. 485–501.

7. Lindemann S. R. and LaValle S. M. Incrementally reducing dispersion by increasing Voronoi bias in RRTs. Proceedings IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004, vol. 4, pp. 3251–3257.

8. Pyhtin P.S., Kamaev V.A., Kryzhanovskij A.I., Nikl'jaev Ju., Pyhtin P.S. Planirovanie traektorii dvizhenija mobil'nogo robota s ispol'zovaniem gradienta funkicii issledovaniya oblastej prostranstva konfiguracii [space [Planning the trajectory of mobile robot using a gradient function studies areas configuration space]. Kibernetika i programmirovanie, 2014, no 1. pp 48-60.

9. Hart P.E., Nilsson N.J., Raphael B. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. Systems Science and Cybernetics, IEEE Transactions, 1968, vol. 4, issue 2, pp. 100-107.

10. LaValle S.M., Kuffner J.J. Randomized Kinodynamic Planning. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1999, vol. 1, pp. 473-479.

11. Schwarzer F., Saha M., Latombe J.-C. Adaptive Dynamic Collision Checking for Single and Multiple Articulated Robots in Complex Environments. *IEEE Transactions on Robotics*, 2005, pp. 338–353.

12. Boor V., Overmars M.H., Stappen A.F. The Gaussian sampling strategy for probabilistic roadmap planners. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1999, vol. 1. pp. 473–479.

13. Rjendal U. B., Timoti U.M. Malye bespilotnye letatel'nye apparaty: teorija i praktika [Small Unmanned Aerial Vehicles: Theory and Practice]. Moskva: TEHNOSFERA, 2015. 312 p.

14. Minas AC, Urrutia S. Discrete Optimization Methods to Determine Trajectories for Dubins' Vehicles. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*. 2010. vol. 36. pp. 17–24.

15. Dubins L.E. On Curves of Minimal Length with a Constraint on Average Curvature, and with Prescribed Initial and Terminal Positions and Tangents. American Journal of Mathematics. 1957, vol. 79, No. 3.

16. Chitsaz H. and LaValle S. M. Time-optimal Paths for a Dubins Airplane. Proceedings of the 46th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2007, pp. 2379–2384.

17. K. Savaia, E. Frazzoli and F. Bullo. Traveling Salesperson Problems for the Dubins Vehicle. *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 53, No. 6, Jul. 2008, pp. 1378-1390.

18. Wang D., F. Qi. Trajectory Planning for a Four-Wheel-Steering Vehicle, Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Robotics & Automation, 2001, pp. 3320–3325.

19. Hota S, Ghose D. A. Modified Dubins Method for Optimal Path Planning of a Miniature Air Vehicle Converging to a Straight Line Path. Proceedings of the 2009 conference on American Control Conference, 2009, pp. 2397-2402.

20. Dubins L.E. On Curves of Minimal Length with a Constraint on Average Curvature, and with Prescribed Initial and Terminal Positions and Tangents. *American Journal of Mathematics*. 1957, 79, pp. 497–516.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ахметзянов Инсур Завдятович (г. Набережные Челны, Россия) – кандидат технических наук, доцент, Scopus Author ID: 22936807300, ResearcherID: O-5233-2015, доцент кафедры «Системный анализ и информатика» ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (423822, г. Наб. Челны, пр. Мира, 16а). Главный специалист службы главного конструктора инновационных автомобилей, Научно-технический центр ПАО «КАМАЗ» (423800, г. Набережные Челны, Транспортный проезд, 70, e-mail: insurzq@gmail.com).

Akhmetzyanov Insur Zavydyatovich (Russian Federation, Naberezhnye Chelny) – Candidate of Engineering Sciences, docent, Scopus Author ID: 22936807300, ResearcherID: O-5233-2015; assistant professor of the System Analysis and Informatics chair, Kazan (Volga) Federal University (423822, Mira pr. 16a, Naberezhnye Chelny, Russian Federation); senior specialist of the Chief Designer for Innovative Products unit, the Scientific and Technical Center of KAMAZ PTC (423800, Transportnyy proezd, 70, Naberezhnye Chelny, Russian Federation, e-mail: insurgz@gmail.com).

Ионов Максим Александрович (г. Набережные Челны, Россия) – магистрант кафедры «Системный анализ и информатика» ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (423822, г. Наб. Челны, пр. Мира, 16а). Инженер-конструктор службы главного конструктора инновационных автомобилей, Научно-технический центр ПАО «КАМАЗ» (423800, г. Набережные Челны, Транспортный проезд, 70, e-mail: maks-ion@inbox.ru).

Ionov Maxim Aleksandrovich (Russian Federation, Naberezhnye Chelny) – master student, System Analysis and Informatics chair of Kazan (Volga) Federal University (423822, Mira pr. 16a, Naberezhnye Chelny, Russian Federation), e-mail: maks-ionov@inbox.ru).

Карабцев Владимир Сергеевич (г. Набережные Челны, Россия) – кандидат технических наук, Scopus Author ID: 6506844842, ResearcherID: J-6195-2016. Руководитель службы конструкторских и научно-исследовательских работ, Научно-технический центр ПАО «КАМАЗ» (423800, г. Набережные Челны, Транспортный проезд, 70). Доцент кафедры «Системный анализ и информатика» ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (423822, г. Наб. Челны, пр. Мира, 16а, e-mail: Vladimir.Karabtsev@kamaz.ru).

Karabcev Vladimir Sergeevich (Russian Federation, Naberezhnye Chelny) – Candidate of Engineering Sciences, Scopus Author ID: 6506844842, ResearcherID: J-6195-2016; Head of design and research works unit, the Scientific and Technical Center of KAMAZ PTC (423800, Transportnyy proezd, 70, Naberezhnye Chelny, Russian Federation); assistant professor of the System Analysis and Informatics chair, Kazan (Volga) Federal University (423822, Mira pr. 16a, Naberezhnye Chelny, Russian Federation, e-mail: Vladimir.Karabcev@kamaz.ru).

РАЗДЕЛ V. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 658

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Т. С. Аленичева¹, Н. Б. Куршакова¹, Н.А. Мамаева²

¹Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, Россия;

²Омский автобронетанковый инженерный институт, г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена актуальному вопросу экономики – качеству управления подготовкой обучающихся образовательных организаций высшего образования в условиях рыночных отношений. В ходе исследования авторами было выявлено, что все факторы, влияющие на процесс управления учебным процессом в образовательных организациях, делятся на четыре основные группы – факторы системы образования, факторы образовательных организаций, факторы социальной среды и факторы свойств личности. К группе системы образования были отнесены Болонский процесс, устаревание специальностей и утечка кадров. К группе образовательных организаций – факторы внутренней (финансирование, материально-техническая база, электронная информационно-образовательная среда и персонал) и внешней среды (воздействуют на обучающегося через законы, социальную политику, ценности, нормы, традиции, средства массовой коммуникации). Факторы социальной среды включают факторы микросреды, такие как семья, друзья и другие социальные группы, а также факторы макросреды, такие как культура, экономика и демография. Свойства личности влияют на процесс управления посредством темперамента, характера, способностей и мотивации. На основе проведенного исследования составлена структура факторов, позволяющая выявить направления для дальнейшего исследования по повышению качества процесса управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях высшего образования в экономике страны.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управление, качество управления, фактор, система образования, образовательный процесс, образовательная организация, социальная среда, свойства личности.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем современной экономики является изучение и классификация факторов, влияющих на качество управления образовательным процессом, поскольку без подготовки в России специалистов новой формации невозможно создание конкурентоспособной страны на мировом рынке. В силу того что качество управления – это совокупность свойств и применяемых методов в системе управления, обеспечивающих эффективность деятельности предприятия, необходимо своевременное выявление причин, влияющих на данный процесс.

Исходя из важности данного вопроса целью исследования стало составление классификации факторов, влияющих на качество управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях высшего образования, и теоретическое обоснование её структуры.

Процесс управления образованием в современных экономических условиях зависит от системы образования в стране, а также от преимуществ и недостатков внутри образовательной организации. В то же время студент является субъектом образовательного процесса, поэтому целесообразно изучить влияние факторов социальной среды и свойств личности на процесс управления образованием. Для достижения цели решены следующие задачи:

- изучены особенности системы образования в экономике России и проблемы управления образовательным процессом в образовательных организациях высшего образования;
- определено влияние социальной среды и свойств личности обучающегося на управление образовательным процессом;
- построена структура факторов, влияющих на качество управления образовательным процессом.

Объектом исследования являлся процесс управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях высшего образования, предметом – факторы, влияющие на качество управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях высшего образования. В целях исследования под фактором понимается причина, движущая сила какого-либо процесса, определяющая его характер или отдельные черты.

Изучением такого вопроса экономики, как качество управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях занимаются следующие ученые: С.В. Люханова, А.В. Хуторской, В.А. Сластенин, Е.А. Ефимова, М.Н. Николаева, Т.В. Сидорина, Н.С. Батова, Ю.В. Подповетная, Н.Д. Наумов, И.С. Батракова, О.А. Полякова, С.М. Каратун, Т.С. Суходаева, Е.П. Седых [1 – 15].

МЕТОД И МАТЕРИАЛЫ

Методологической основой данной работы являются теоретические общенаучные методы исследования, такие как анализ факторов, влияющих на процесс управления образовательным процессом, а также классификация данных факторов.

Процесс управления подготовкой обучающихся зависит от системы образования в экономике страны. В соответствии с федеральным законом, регламентирующим основные требования к процессу подготовки обучающихся, «Об образовании в Российской Федерации» *система образования* – модель, объединяющая институциональные структуры, основной целью которых является образование обучающихся в них. Система высшего образования как один из основных элементов экономической системы России включает в себя [16]:

1) федеральные государственные образовательные стандарты, федеральные государственные требования, образовательные стандарты, образовательные программы различного вида, уровня или направленности;

2) организации, осуществляющие образовательную деятельность, педагогических работников, обучающихся и родителей (законных представителей) несовершеннолетних обучающихся;

3) федеральные государственные органы и органы государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющие государственное управление в сфере образования, и органы местного самоуправления, осуществляющие управление в сфере образо-

вания, созданные им консультативные, совещательные или другие органы;

4) организации, осуществляющие обеспечение образовательной деятельности, оценку качества образования;

5) объединения юридических лиц, работодателей и их объединений, общественные объединения, осуществляющие деятельность в сфере образования.

Большое влияние на систему образования в России оказало присоединение страны к Болонскому процессу в сентябре 2003 года, целью которого было сближение и гармонизация систем высшего образования стран Европы для создания единого образовательного пространства. Однако данное явление как и любое новшество имеет ряд достоинств и недостатков, оказывающих влияние на образовательный процесс, а также на экономику страны. К первым относятся возможность использования лучшего опыта зарубежных партнеров, студенческая мобильность, преподавательская маневренность, координированность в деятельности образовательных организаций. Ко вторым – сложность интеграции России в европейское образовательное пространство, несовершенство оценочной системы, увеличение доли самостоятельной подготовки, которая, как правило, менее эффективна, сокращение времени обучения, ориентированность системы на более развитые страны, куда уезжают выпускники.

Кроме того, система образования в России характеризуется несогласованностью между потребителями и производителями образовательной услуги. В результате часть выпускников к концу обучения получает специальность, неактуальную для рынка.

Основным элементом системы образования в России является *образовательная организация высшего образования*, цель которой – осуществление образовательной деятельности (по образовательным программам высшего образования) и научной деятельности [16].

Процесс управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях высшего образования подвержен влиянию внутренних и внешних факторов.

Факторы внутренней среды – факторы, которые находятся в области деятельности образовательной организации и являются сферой ее непосредственного воздействия. Это собственные источники финансирования; материально-техническое обеспечение и лабораторная база, которые имеют свойство устаревать как физически, так и морально;

персонал (квалификация, опыт, применяемые педагогические и психологические методы обучения, мотивация к совершенствованию своей деятельности); электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС), представляющая собой совокупность информационных, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, электронных информационных и образовательных ресурсов (ЭИР и ЭОР), обеспечивающих условия для реализации образовательных и других видов деятельности [17]. Особо стоит выделить значение последнего фактора и отметить, что в работе «Формирование модели электронной информационной среды образовательной организации» [18] авторами сделан вывод о том, что в наибольшей степени требуют улучшения такие элементы электронной информационно-образовательной среды, как электронно-образовательные ресурсы, электронно-информационные ресурсы и материально-техническое обеспечение.

Факторы внешней среды могут оказывать как прямое, так и косвенное воздействие и не зависят от самой образовательной организации. Факторы прямого воздействия – предписания и законы государственных органов и органов местного самоуправления, партнерские отношения и конкуренты, косвенного воздействия – экономические, политические, социальные и демографические особенности.

Вышеуказанные факторы, а также основные проблемы управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях высшего образования, представленные в работе «Проблемы подготовки кадров в условиях рынка» [19], были использованы для проведения SWOT-анализа, отражающего сильные и слабые стороны, возможности и угрозы управления учебным процессом в образовательных организациях (табл. 1).

На основе SWOT-анализа, сравнивая с результатами аналогичного исследования, проведенного в 2012 г. Терентьевой Т.В. и Кулаковой М.Н. и изложенными в работе «Факторы, влияющие на эффективность образовательных услуг вуза в современном обществе» [20] сделаны следующие заключения:

1) Выявлено, что в большей степени устранены такие слабые стороны процесса управления как

- недостаток учебных площадей;
- консерватизм профессорско-преподавательского состава;
- дефицит преподавательских кадров;
- недостаточное использование активных

методов обучения – деловых игр и др.;

- отсутствие системы постоянного мониторинга рынков труда и образовательных услуг.

2) Появились новые слабые стороны образовательных организаций:

- качество и доступность электронно-образовательных и электронно-информационных ресурсов;

- отсутствие мотивации к повышению квалификации;

- качество педагогических и психологических методов в образовательном процессе;

- практическое применение знаний.

3) Приобретены сильные стороны – наличие ЭИОС, квалификация преподавательского состава, утеряна мотивация к улучшениям.

4) Появились новые возможности – использование ЭИОС и дистанционного обучения, позволяющие повысить качество образовательного процесса.

На основании исследования системы образования в экономике России, сделан вывод о том, что основными проблемами управления в образовательных организациях в современных экономических условиях являются проблемы внешней среды: физическое и моральное старение материально-технической и лабораторной базы, не удовлетворяющей потребности обучаемых ЭИОС, применяемые педагогические и психологические методы обучения, отсутствие у педагогического персонала мотивации к совершенствованию, а также практическое применение знаний. От их решения зависит качество подготовки обучающихся.

В то время как система образования в стране и образовательные организации оказывают прямое воздействие на процесс управления в образовательных организациях высшего образования нельзя не отметить влияние социальной среды и свойств личности на образовательный процесс.

Совокупность материальных, экономических, социальных, политических и духовных условий существования, формирования и деятельности индивидов и социальных групп, или *социальная среда*, – важное условие успешного управленческого воздействия при управлении образовательным процессом. Социальную среду разделяют на социальную макросреду и микросреду. В силу того что формирование личности происходит под влиянием социальной среды, управление образовательным процессом также напрямую зависит от факторов социальной макро- и микросреды обучаемого.

Социальная макросреда охватывает эконо-

Таблица 1
SWOT-АНАЛИЗ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Table 1

SWOT-ANALYSIS OF THE MANAGEMENT PROCESS IN THE HIGHER EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

SWOT-анализ образовательных организаций	
Сильные стороны	Слабые стороны
- привлечение внебюджетных средств за счет оказания платных услуг; - наличие материально-технической базы; - наличие ЭИОС; - применение информационных технологий в учебном процессе; - квалификация преподавательского состава; - большой объем научно-исследовательских работ (НИР) по договорам и грантам.	- недостаточное финансирование; - физическое и моральное старение материально-технической базы; - качество и доступность электронно-образовательных и электронно-информационных ресурсов; - отсутствие мотивации к повышению квалификации; - качество педагогических и психологических методов в образовательном процессе; - практическое применение знаний.
Возможности	Угрозы
- улучшение материально-технической базы; - дополнительное привлечение внебюджетных средств за счет развития системы реализации дополнительных образовательных услуг и расширения консалтинговой деятельности; - использование современных достижений науки и техники в обучении; - активное использование ЭИОС; - возможности дистанционного обучения; - использование современных, активных методов обучения, деловых игр; - постоянное повышение квалификации преподавательского состава и мотивации к улучшению.	- высокая конкуренция на рынке образовательных услуг; - отсутствие спроса выпускников ряда направлений; - отток квалифицированных кадров; - сокращение бюджетного финансирования; - демографический и социальный кризис в стране; - увеличение стоимости образования.

мику, общественные институты, общественное сознание и культуру. Компоненты макросреды воздействуют на обучающегося через законы, социальную политику, ценности, нормы, традиции, средства массовой коммуникации.

Социальная микросреда включает непосредственное окружение обучающегося – семью, трудовую, учебную и другие группы. В данной системе студент осознает свою принадлежность к обществу и свои общественные интересы через конкретные малые группы и организации, которые служат для него проводником идей, ценностей и норм общества и посредством деятельности в которых он участвует в общественной жизни.

Таким образом, социальная среда может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на качество управления в образовательной организации как одного из основных элементов экономической системы России. Обучение сопровождается процессом,

в результате которого происходит развитие личности – социализацией. Для наибольшей эффективности процесса управления социализация в вузах должна решать следующие задачи:

- воспитание культурной личности, владеющей социальными качествами, способной к самообразования, самовоспитанию и саморазвитию;
- развитие социально-психологических особенностей будущей профессии;
- целостный подход с позиции теории, практики, творчества и инициативы при решении задачи;
- широкое использование дискуссии, деловых и имитационных игр и др.

С другой стороны, обучающийся как субъект управления учебным процессом имеет ряд отличительных особенностей, влияющих на качество данного процесса.

Личность – совокупность выработанных

привычек и предпочтений, психический настрой и тонус, социокультурный опыт и приобретенные знания, набор психофизических особенностей человека, определяющих повседневное поведение и связь с обществом и природой.

Каждого обучаемого отличает друг от друга совокупность неповторимых личностных свойств:

1) темперамент – характерная для определенного человека совокупность психических особенностей, которые связаны с эмоциональной возбудимостью;

2) характер – структура стойких, сравнительно постоянных психических свойств, определяющих особенности отношений и поведения личности;

3) способности – свойства личности, являющиеся условиями успешного осуществления определенного рода деятельности;

4) мотивация – побуждение к действию, психофизический процесс, управляющий поведением человека, задающий его направленность, организацию, активность и устойчивость.

Выделяют четыре типа темперамента: холерик, сангвиник, меланхолик, флегматик (табл.2).

Каждому из них свойственны сильные и слабые стороны, которые проявляются в процессе обучения. Исходя из этого следует, что обучающиеся с разными типами темперамента имеют свои положительные и отрицательные черты, которые, по нашему мнению, могут оказывать влияние на качество управления. Если темперамент и характер обучающегося складываются до поступления в образова-

тельную организацию и не поддаются кардинальным изменениям, то на мотивацию обучающегося и его способности возможно влиять в процессе. Поэтому главная задача преподавательского состава, а также обучаемого – повысить мотивацию и развить способности в процессе обучения.

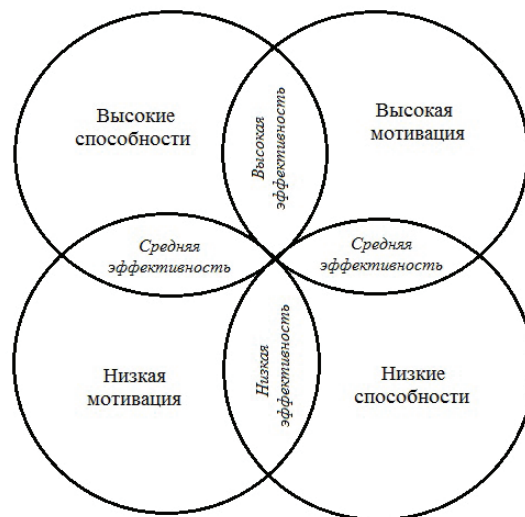


Рисунок 1 – Влияние уровней способности и мотивации обучающегося на эффективность управления подготовкой обучающихся образовательных организаций высшего образования
Illustration 1 – The students' motivation influence on the effectiveness of the educational management in higher educational organizations

Основной вывод, который был сформулирован на основании изучения данной задачи, заключается в следующем: наибольшая эффективность процесса управления подготовкой обучающихся образовательных организа-

Таблица 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОВ ТЕМПЕРАМЕНТА

Table 2
THE TEMPERAMENT' TYPES' CHARACTERISTICS

Тип темперамента	Сильные стороны	Слабые стороны
1. Холерик	Энергичны, подвижны, увлечены, что позволяет доводить начатое дело до конца	Излишняя эмоциональность может приводить к проблемам с дисциплиной
2. Сангвиник	Энергичны, подвижны, обладают повышенной работоспособностью. Как правило, находятся в приподнятом настроении, что способствует обучению	Недостаточная сосредоточенность, поспешное решение задач, невнимательность, что может привести к ошибкам
3. Меланхолик	Спокойные, сдержанные	Медлительность, отчужденность, опаска ко всему новому
4. Флегматик	Спокойные, склонны выполнять стереотипные действия	Медлительные, нелегко приспосабливаются к изменениям.

ций высшего образования будет достигнута при сочетании наивысшего уровня способностей и мотивации студента, что иллюстрирует рисунок 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате исследования факторы, влияющие на процесс управления в образовательных организациях высшего образования как одного из основных элементов экономики страны, были разделены на следующие группы:

- 1) факторы системы образования;
- 2) факторы образовательных организаций;
- 3) факторы социальной среды;
- 4) факторы свойств личности.

На основании выделенных групп, особенностей системы образования в экономике России, характеристик внутренней и внешней среды образовательных организаций, влияния социальной среды и свойств личности составлена структура факторов, влияющих на управление образовательным процессом (рис. 2).

Данная классификация демонстрирует структуру и взаимосвязь факторов, влияющих на качество процесса управления подготовкой обучающихся позволяет выявить наиболее весомые факторы, подлежащие устранению в первую очередь и позволяющие повысить конкурентоспособность отечественных предприятий, а также положение страны в мировой экономике.

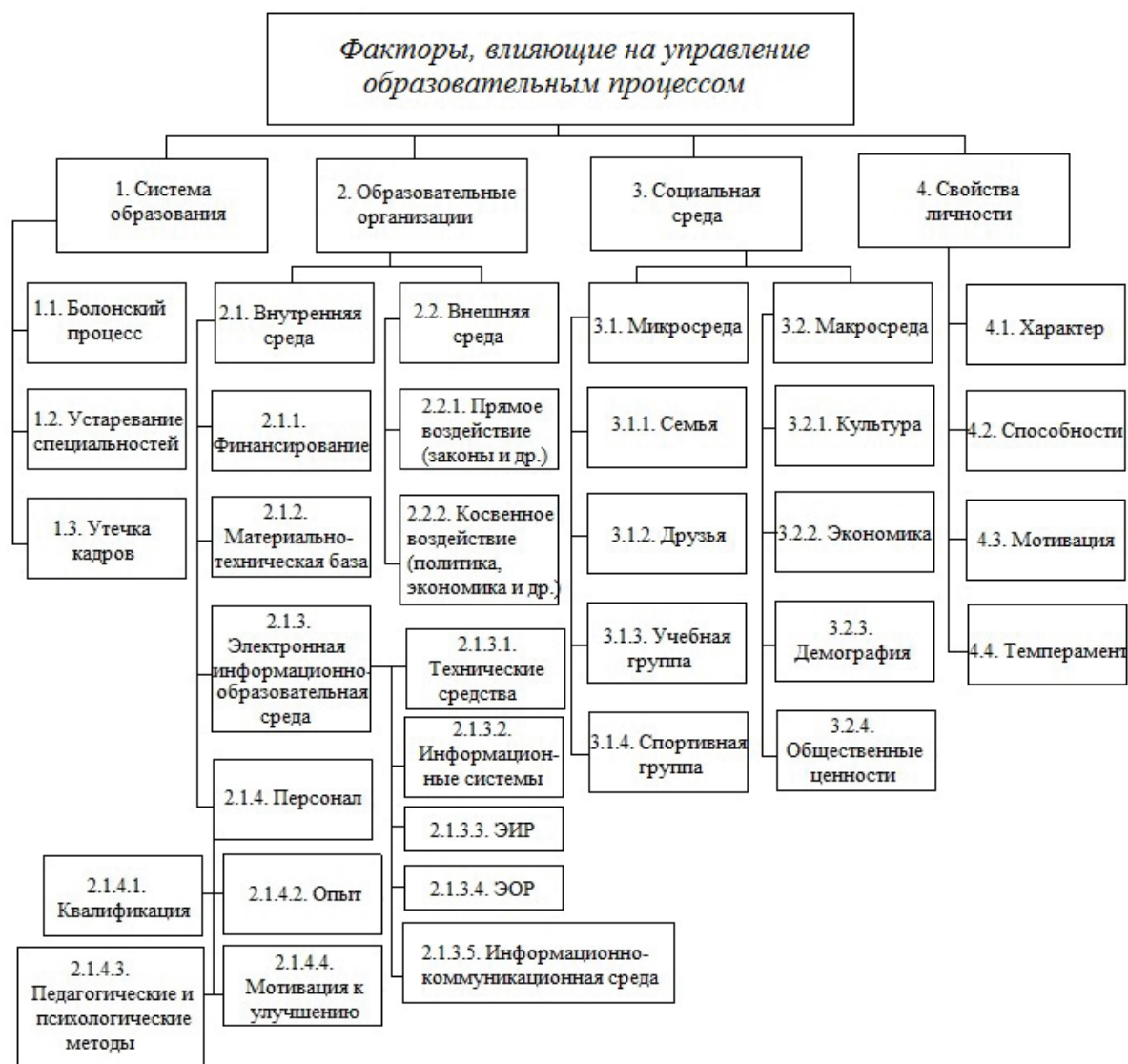


Рисунок 2 – Структура факторов, влияющих на процесс управления подготовкой обучающихся образовательных организаций высшего образования в экономике России
 Illustration 2 – Factors' structure influence on the educational management process in Russian higher educational organizations

ОБСУЖДЕНИЕ

На основании проведенного исследования авторами было выявлено, что все факторы, влияющие на процесс управления подготовкой обучающихся в образовательных организациях высшего образования как одного из элементов экономической системы России, делятся на четыре основные группы – факторы системы образования, факторы образовательных организаций, факторы социальной среды и факторы свойств личности. К группе системы образования были отнесены Болонский процесс, устаревание специальностей и утечка кадров. К группе образовательных организаций – факторы внутренней (финансирование, материально-техническая база, электронная информационно-образовательная среда и персонал) и внешней среды (факторы прямого и косвенного воздействия). Факторы социальной среды включают факторы микросреды, такие как семья и друзья, а также факторы макросреды, такие как политика, экономика и демография. Свойства личности влияют на процесс управления посредством темперамента, характера, способностей и мотивации. Данная структура позволяет продолжить изучение факторов и выявить методы по повышению качества управления образовательным процессом, а также экономических показателей предприятий и страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе изучения особенностей образовательной системы в экономике России, проблем управления образовательным процессом в организациях, влияния социальной среды и свойств личности обучаемого на качество управления образовательным процессом в работе предложена классификация факторов, влияющих на качество управления подготовкой обучающихся.

Научная новизна исследования состоит в теоретическом обосновании предложенной структуры. Практическая значимость работы заключается в возможности применения структуры факторов при управлении учебным процессом образовательной организации высшего образования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Люханова С.В. К вопросу об оценке эффективности, результативности и качества обучения // Сборник трудов по материалам III Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в современном образовании». Омск. : ОмГУПС, 2016. С. 450 – 453.
2. Хуторской А.В., Король А.Д. Диалогичность как проблема современного образования (философско-методологический аспект) // Вопросы философии. – М., 2008. С. 109 – 115.
3. Сластенин В.А. Качество образования: опыт философско-феноменологического анализа // Педагогический журнал Башкортостана. 2006. № 2. С. 5 – 13.
4. Ефимова Е.А. Мониторинг требований работодателей к качеству подготовки специалистов с высшим образованием: функции и структура // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2012. № 7. С. 59 – 62.
5. Качество образования и управление качеством образования – основные проблемы современной системы высшего образования // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития высшего образования на современном этапе»/ Электросталь. – М., 2010. С. 22 – 26.
6. Сидорова Т.В., Вульферт В.Я. Функции управления в процессе управления образовательным процессом // Психолого-педагогические аспекты совершенствования подготовки студентов ВУЗа: материалы межвузовской студенческой научно-практической конференции / НГАУ. – Новосибирск, 2017. С. 142 – 145.
7. Батова Н.С. Анкетирование как один из инструментов повышения эффективности управления образовательным процессом // Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований / Материалы XVI Международной научно-практической конференции. НГИЭИ. – Княгино, 2012. С. 196 – 198.
8. Подповетная Ю.В. Системно-синергетический подход к управлению образовательным процессом // Человек. Спорт. Медицина. 2007. № 26(98). С. 32 – 35.
9. Наумов Н.Д. Психолого-методологические основы деятельности подхода к управлению образовательным процессом студентов // Деятельностное понимание культуры как вида человеческого бытия: Материалы VIII Международной научной конференции. НВГУ. – Нижневартовск, 2011. С. 31 – 35.
10. Батракова И.С. О некоторых подходах к управлению развитием образовательным процессом // Научное руководство развитием образовательных систем: Тезисы выступлений участников научно-практической конференции / РГПУ им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург, 1996. С. 17 – 18.
11. Полякова О.А. Новые интеллектуальные информационные технологии в управлении образовательными процессами // Перспективы развития информационных технологий. 2011. №4. С. 192 – 193.
12. Подповетная Ю.В. Педагогическое партнерство как вид человеческого ресурса группы в управлении научно-образовательным процессом университета // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2010. С. 42 – 46.
13. Каратун С.М. Повышение продуктивности обучения при управлении образовательным процессом на основе информационно-образовательной среды // Образовательные технологии и общество. 2006. № 2. С. 241 – 249.
14. Суходаева Т.С. Оценивание компетенций в управлении образовательным процессом // Развитие территорий. 2015. №1. С. 26 – 30.
15. Седых Е.П. Прогностическая деятельность в управлении образовательным процессом // Наука и школа. 2011. № 6. С. 10 – 12.
16. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» №273-ФЗ от 29 декабря 2012 года. (ред. от 29.07.2017г.)
17. Федеральный закон №149 «Об информации, информационных технологиях и защите информации» от 27.07.2006 г.
18. Аленичева Т.С., Куршакова Н.Б. Формирование

модели электронной информационной среды образовательной организации // Экономика железных дорог. 2017. № 6. С. 48 – 61.

19. Аленичева Т.С., Куршакова Н.Б., Бабичев М.А. Проблемы подготовки кадров в условиях рынка // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности

и на транспорте/ Материалы научной конференции. ОмГУПС. – Омск, 2016. С. 324 – 330.

20. Терентьева Т.В., Кулакова М.Н. Факторы, влияющие на эффективность образовательных услуг вуза в современном обществе // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5.

THE STRUCTURING OF MANAGEMENT FACTORS IN HIGHER EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

T.S. Alenicheva, N.B. Kurshakova, N.A. Mamaeva

ANNOTATION

The article is about quality management problem of economics at high education organization in the present market conditions. In the research the authors had found that all factors that affect to the process of high educational process management are divided into four main groups - the factors of the education system, the factors of educational organizations, the factors of the social environment and the factors of personality characteristics. The Bologna process, the obsolescence of the special process and the loss of personnel were attributed to the education system group. Factors of internal (financing, material and technical base, electronic information and educational environment and personnel) and the external environment (influence the learner through laws, social policy, values, norms, traditions, mass media) are refer to the group of educational organizations. Factors of the social environment include microenvironment factors, such as family and friends and other social groups, as well as macro-environment factors such as culture, economics and demography. Personality influences to the process of management through temperament, character, abilities and motivation. The factors structure can be used like effective instrument of organizations and management in high education organizations of country's economics in following researches.

KEYWORDS: *management, quality of management, factor, education system, education process, educational organization, social environment, personality.*

REFERENCES

1. Ljuhanova S.V. K voprosu ob ocenke jeffektivnosti, rezul'tativnosti i kachestva obuchenija [About assessment of educational efficiency, effectiveness and quality]. Sbornik trudov po materialam III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnye tehnologii v sovremennom obrazovanii» [Prod. of «Innovative technologies in modern education»]. ОмГУПС. Омск, 2016. pp. 450 – 453.

2. Hutorskoj A.V., Korol' A.D. Dialogichnost' kak problema sovremennogo obrazovaniya (filosofsko-metodologicheskij aspekt) [Dialogicality as a problem of modern education]. Voprosy filosofii [Issues of education]. Moscow, 2008. pp. 109 – 115.

3. Slastenin V.A. Kachestvo obrazovaniya: opyt filosofsko-fenomenologicheskogo analiza [Education quality: the experience of philosophical and phenomenological analysis]. Pedagogicheskij zhurnal Bashkortostana [Bashkortostan pedagogical journal], 2006, no 2, pp. 5 – 13.

4. Efimova E.A. Monitoring trebovanij rabotodatelej k kachestvu podgotovki specialistov s vysshim obrazovaniem: funkcii i struktura [The monitoring of employer requirement to high educational students education: functions and structure]. Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [News of Volgograd state pedagogical university], 2012, no 7, pp. 59 – 62.

5. Nikolaeva M.N. Kachestvo obrazovaniya i upravlenie kachestvom obrazovaniya – osnovnye problemy sovremennoj sistemy vysshego obrazovaniya [Educational quality and educational quality management – main problems of modern high educational]. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Problemy i perspektivy razvitiya vysshego obrazovaniya na sovremennom etape» [Prod.

of «Problems and prospects of high modern development today»]. Moscow. 2010. pp. 22 – 26.

6. Sidorina T.V., Wulfert V.Ya. Funkcii upravleniya v processe upravleniya obrazovatel'nym processom [Management functions in the process of management of the educational process]. Psiho-pedagogicheskie aspekty sovershenstvovaniya podgotovki studentov VUZa: materialy mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferencii [Prod. of Psychological and pedagogical aspects of improving the preparation of university students], NSAU. Novosibirsk, 2017, pp. 142 – 145.

7. Batova N.S. Anketirovaniye kak odin iz instrumentov povysheniya jeffektivnosti upravleniyem obrazovatel'nym protsessom [Questioning as one of the tools to improve the effectiveness of the management of the educational process]. Sotsial'no-ekonomicheskiye problemy razvitiya munitsipal'nykh obrazovaniy: Materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Prod. of Socio-economic problems of the development of municipalities], NGIEI, Knyagino, 2012. pp. 196 – 198.

8. Sistemno-sinergeticheskij podkhod k upravleniyu obrazovatel'nym protsessom [System-synergetic approach to the management of the educational process] / YU.V. Podpovetnaya / Chelovek. Sport. Meditsina. [Human. Sport. Medicine] – 2007. - №26 (98). – pp. 32-35.

9. Naumov N.D. Psikhologo-metodologicheskiye osnovy deyatel'nostnogo podkhoda k upravleniyu obrazovatel'nym protsessom studentov [Psychological and methodological foundations of the activity approach to the management of the educational process of students]. Deyatel'nostnoye ponimaniye kul'tury kak vida chelovecheskogo bytiya: Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Prod. of Activity-based understanding of culture as a kind of human existence]. NVGU, Nizhnevartovsk, 2011. pp. 31 – 35.

санкций. Инфляция неоднородна по своей структуре, так как различна степень её охвата элементов экономической системы, неоднородна структура спроса по отраслям, многообразна роль каждой отрасли в воспроизводственном процессе. В различных секторах экономики механизмы и факторы ценообразования имеют индивидуальные особенности, а ценовое соотношение между ними варьируется соответственно меняющейся силе действия инфляцирующих факторов. В данном информационном контенте инфляция в статье классифицируется на системную и локальную, сбалансированную и несбалансированную, определяются сектора – драйверы и аутсайдеры роста цен, отслеживаются причины колебаний цен, выводятся основные закономерности инфляционных процессов. В случае с системной инфляцией в ценовые процессы вовлечены все структурные части системы. Для локальных инфляций характерны временные или секторальные колебания цен. Сбалансированная инфляция возникает при равенстве темпов роста цены конечной продукции и темпов роста цен её компонентов. Движение цен осуществляется через фазы роста и падения, формируя сектора с минимальным и максимальным ростом цен.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: структура инфляции, системные и локальные инфляции, драйверы и аутсайдеры роста цен, сбалансированная и несбалансированная инфляция.

ВВЕДЕНИЕ

Как явление инфляция обладает внутренней структурой – устойчивостью внутренних связей, обеспечивающих её целостность и тождественность самой себе. Внутренняя структура инфляции фокусируется в распределении локальных индексов, составляющих индекс потребительских цен (ИПЦ) и дефлятор ВВП, в дифференциации индексов цен по секторам и отраслям экономики. Строение экономической системы, совокупность отраслей и секторов экономики, её наполняющих, взаимосвязи между ними отражаются в инфляции и порождают определенную проблематику, являясь объектом данного исследования. Познать данный целостный объект возможно через исследования индексов цен производителей, что будут являться предметом работы. Методом исследования является структурный анализ инфляционных процессов.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Теория инфляции, рассматривая проблему между монетарным и структурным подходом к всеобщему росту цен, похоже топчется на одном месте. В современных работах при рассмотрении инфляции всегда преобладал динамический анализ с фокусом на монетарный аспект регулирования. Структурный анализ инфляции ограничивался рассмотрением структурной инфляции и немонетарных методов её регулирования, выделением локальных инфляций в историческом рассмотрении, сбалансированной и несбалансированной инфляции.

Однако для понимания современных ценовых процессов требуется более глубокий структурный анализ, предполагающий декомпозицию инфляции по ведущим признакам.

Основной принцип взаимосвязи экономики и инфляции – воспроизводственный. Именно в нем высвечивается структура экономики через соотношения между отраслями и секторами экономики. Следовательно, объектами исследования структурного анализа должны стать подструктуры, позволяющие оценить свойства инфляционных процессов в целом. Такими подструктурами могут стать отрасли и сектора хозяйствования, изучение индексов цен которых позволило бы осветить закономерности инфляционных процессов.

Но как раз степень проработанности проблемы данного информационного контента оставляет желать лучшего. По проблемам отраслевой инфляции присутствуют работы, вскрывающие ценообразующие процессы в отдельных секторах экономики (в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте, на рынке недвижимости), датируемые 2011 – 2012 гг. [1,2,3,4,5,6,7,8,9]. Для погружения в тему проведем анализ данных исследований, выясним их аспект и открытые проблемы.

Рассматривая ценообразование и динамику цен на рынке недвижимости, автор работы [1], решающую роль придает макроэкономическим факторам: общеэкономической и политической ситуации в стране, состоянию финансового рынка. Если макроэкономическая ситуация стабильна, то состояние рынка недвижимости определяется другими группами факторов. Значительное превышение потенциального спроса над платёжеспособным связано с низкими доходами населения, завышенной процентной ставкой по ипотеке, отсутствием сбалансированности и нежеланием государства регулировать рыночные отношения [1, с. 143].

Автором работы [2] рассматриваются особенности сельского хозяйства как отрасли. Они играют решающую роль в ценообразовании на сельскохозяйственную продукцию: техническое своеобразие сельскохозяйственного производства, выраженное в эффектах природной среды; особенность земли, растений, животных как объектов производства; длительный и сезонный характер сельскохозяйственного производства; влияние низких рыночных цен из-за большого количества участников сельскохозяйственного рынка [2, с. 33].

По мнению автора [3], «даже в странах с развитой рыночной экономикой на практике не существует полной сбалансированности спроса и предложения на сельскохозяйственную продукцию. В аграрном секторе невозможность функционирования равновесных цен объясняется особенностями производственного процесса и реализации данной продукции. Поэтому для сельского хозяйства на сегодняшний день особенно важно создать эффективный механизм ценообразования на свою продукцию, учитывающий все особенности формирования цен на нее». Проведённый корреляционно-регрессионный анализ влияния себестоимости на цены показал, что «производственная себестоимость практически не влияет на уровень цен на сельскохозяйственную продукцию. Она зависит от конъюнктурных факторов, определяемых спросом и предложением, активностью менеджмента и маркетинга, административным ресурсом (возможность участвовать в интервенциях и закупках на региональные нужды)» [3].

Авторы источника [4] справедливо отмечают острую проблему поддержания паритета цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию. Они подчёркивают, что опасность роста и высокой амплитудности колебаний цен на продовольствие велика, поэтому отрасль АПК как никакая другая требует государственной поддержки. «Для современного сельского хозяйства очевиден факт консервативности и низкой эластичности поставок, зависящих от уровня цен и объёма потребительского спроса. В этом случае ограничителями являются природно-климатические условия, временной и технологический аспекты, определяемые севооборотами, оборотами стада, продуктивностью многолетних насаждений: быстро реагировать на ситуацию на рынке, а изменения в поставках, в свою очередь, приводят к резким колебаниям цен. Это приводит к тому, что неуправляемые колебания цен, к которым ряд других отраслей может быстро

приспособиться, неприемлемы для сельского хозяйства, где требуется относительная стабильность и предсказуемость цен» [4].

Авторы работы [5] в основе системы ценообразования в строительстве рассматривают сметно-нормативную базу, которая включает в себя государственные сметные нормативы и другие сметные нормативные документы, необходимые для определения сметной стоимости строительства [5, с.68.] Также в работе отмечается, что в строительстве цены могут быть выше реальных на 30%. Причина завышения стоимости строительства – в использовании устаревших сметных нормативов и индексного метода определения стоимости, особенностях строительства как процесса. На процессы роста цен в этой отрасли влияет уникальность строительства как отрасли, которая состоит в сложности и длительности процесса производства, его высокой ресурсоёмкости и высоком уровне инвестиций [с. 68,69].

Авторы [6] связывают специфические особенности механизма ценообразования в строительстве с индивидуальным характером строящихся зданий и сооружений, с местными условиями строительства, с одновременным участием в процессе формирования цены проектировщика, заказчика, подрядчика. «Стоимость строительства устанавливается на стадии его проектирования, в процессе заключения инвестиционных контрактов (договоров на строительство), а также непосредственно при строительстве, реконструкции, ремонте объектов капитального строительства и выполнении отдельных видов строительно-монтажных работ» [6].

Автор [7] пишет, что переходя к вопросу ценообразования на транспорте, необходимо отметить, что ценообразование в этой важнейшей отрасли экономики значительно отличается от ценообразования в отраслях, изготавливающих продукцию в виде вещи. Ценообразование на транспорте осуществляется через тарифную систему. К примеру, железнодорожные тарифы построены на двух разных принципах. «Плата «за инфраструктуру» основана на издержках с введением элементов так называемой «платёжеспособности» грузов. Плата «за вагон» основывается на другом принципе – полезности продукции, которая определяется конъюнктурой тех или иных перевозок на рынке транспортных услуг» [7, с. 152 – 153].

Рынок промышленных товаров включает три укрупнённых вида рынка – полезных ископаемых, обрабатывающих производств,

производства и распределения электроэнергии, газа и воды. Разброс проблематики весьма широк, поэтому укажем лишь работу [8], в которой рассматривается трансфертное ценообразование в топливно-энергетическом комплексе. Функциональная необходимость такого ценообразования объясняется разделением фирмы на центры ответственности.

Присутствуют работы, в которых приводится классификация факторов ценообразования. К примеру, в работе [9] рассматриваются внешние факторы (на которые организация не оказывает непосредственного воздействия, но должна учитывать возможность их влияния на свою финансово-хозяйственную деятельность) и внутренние факторы, (зависящие от управленческих решений, принимаемых на предприятии). Кроме этого, как считает автор, «ценообразующие факторы можно разделить на три группы: базовые (неконъюнктурные), которые определяют относительно высокую стабильность развития ценовых показателей; в условиях товарно-денежных отношений к данной группе факторов относятся внутрипроизводственные факторы; конъюнктурные, действие которых обусловлено изменчивостью рыночной ситуации; регулирующие, связанные с государственной политикой» [9, с.40].

Все вышеперечисленные работы безусловно имеют интерес в плане накопления информации о ценообразующих факторах. Все авторы сходятся к одной мысли, что в основе ценообразования лежат основные отраслевые признаки – экономическое назначение производимой продукции, характер потребляемых материалов, техническая база производства, особенности технологического процесса. Именно они формируют затраты и спрос на продукцию, создавая различные эффекты роста или снижения цен.

Недостатком исследований является то, что они не рассматривают закономерностей инфляции в отдельных секторах экономики, из-за чего границы теории инфляции остаются прежними.

В связи с недостаточной проработанностью структурный аспект анализа инфляционных процессов может быть дополнен вопросами определения степени охвата экономической системы ростом цен, ценовых уровней и соотношения между ними по секторам экономики. Основными атрибутами структурного анализа является целеполагаемая дефиниция видов инфляции – системной и локальной, сбалансированной и несбалансированной, выявление секторов – драйверов и аутсайдеров роста цен (рис. 1).

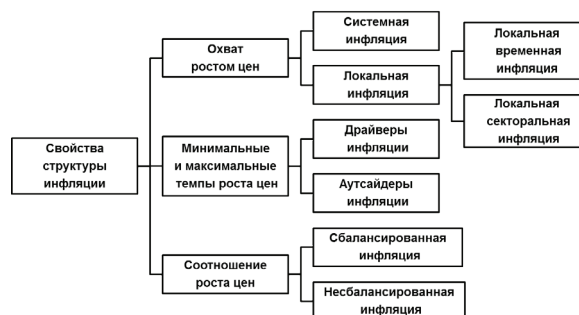


Рисунок 1 – Структура инфляции
Illustration 1 – Inflation's structure

СТЕПЕНЬ ОХВАТА РОСТОМ ЦЕН. СИСТЕМНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ ИНФЛЯЦИИ

Степень охвата экономической системы ростом цен отражает системность инфляции, вовлечение различных структур экономической системы в ценовые процессы. Это является основой для классификации инфляции на системную и локальную. В реальной действительности инфляция всегда имеет системный характер, так как затрагивает все отрасли хозяйствования, проявляясь в безостановочном передаточном механизме роста цен. Для системной инфляции характерен рост инфляционных ожиданий потребителей и производителей, инфляция развивается по механизму цепной спирали «доходы → цены → затраты». Поэтому локальные инфляции в рамках единой взаимосвязанной системы невозможны. Но в отдельные периоды и в отдельных секторах экономики есть потенциальная возможность локальных колебаний цен.

За всю трансформационную историю российской экономики инфляционный механизм независимо от интенсивности и преобладающей причины носил устойчивый и системный характер. Эволюция ценовых процессов фокусирует некое общее направление развития – тенденцию от гиперинфляции через галопирующую к нормальной. Это системная инфляция. На пути развития данной тенденции множество резонансных ценовых возмущений, производящих на экономику сильный эффект и вызывающих ответные реакции. Это и есть локальные инфляции. При локальных (временных и секторальных) инфляциях амплитуда колебаний цен выходит за рамки определившегося тренда.

История изобилует примерами системных широкомасштабных инфляций – классические военные инфляции, гиперинфляция в России в 1992г. К примеру, в 1992 г. в России цены росли в геометрической прогрессии.

Любое увеличение издержек производства автоматически перекладывалось от предприятия к предприятию по всей технологической цепочке и имело возрастающий уровень во всех секторах экономики – потребительском, промышленном, сельскохозяйственном, строительном, транспортном.

К системным можно отнести и долгосрочные ползучие инфляции. Умеренный рост цен 2000-х годов характеризовался системными диспропорциями – дефицит денежных средств у домашних хозяйств, низкий темп накопления сбережений, высокая степень дифференциации доходов. В этот период преобладали в качестве основных причин инфляции – долларизация экономики, рост цен на недвижимость и жилищно-коммунальных тарифов. В 2006 – 2008 гг. в условиях углубления импортоориентированности экономики внушительный эффект имела импортируемая инфляция. В связи с развитием сетевой экономики с 2010 г. приобретает высокий статус посредническая инфляция [10]. Несмотря на низкие темпы официального ИПЦ сохранялась напряжённая финансовая ситуация, что сигнализировало о высокой реальной инфляции [11, 12].

Примером системного роста цен, но имеющего локальный временный характер, стала вызванная антироссийскими санкциями, снижением цен на нефть и девальвационным шоком инфляция 2014 – 2015 гг. (рис. 2). Экономические санкции имели двухвекторный эффект – рост цен за счёт девальвации и их снижение вследствие урезания внутреннего спроса. «Влияние обоих шоков на темпы инфляции в основном исчерпывается 2014 – 2015 гг., а суммарное воздействие на уровень потребительских цен оценивается примерно на уровне 4% для санкций и 8% – для падения цен на нефть. Если сравнивать накопленный рост ИПЦ за 2014 – 2017 гг., то санкции добавляют к нему 5,7 п. п., а снижение цен на нефть – 11,0 п.п.» [13, с. 23].

Начальный эффект от введения экономических санкций и антисанкций проявил себя уже в 2014 г. и сфокусировался в росте цен на сельскохозяйственную продукцию. В 2014 г. сельскохозяйственные цены выросли на 14,1%, что на 12% выше уровня предыдущего года. Потребительские цены также показывали ускоряющуюся динамику. В 2014 г. среднемесячный ИПЦ на 4 п.п. превышал аналогичный показатель за предыдущий год (1,005 и 1,009%). Суммирующий итог: инфляция ожиданий в 2014 г. с индексом в 111,35% и отложенная инфляция в 2015 г. с ростом в 112,91%.

Инфляция на рынке промышленных товаров в 2014 г. оказалась невысокой. Эффект девальвации от роста отложенной инфляции проявил себя лишь в 2015 г. Индекс цен производителей промышленных товаров на внутреннем рынке в 2015 г. составил 110,7% против 105,9% в 2014 г. Цены производителей на строительную продукцию показывали в 2014 – 2015 гг. относительную стабильность, а в 2016 г. их рост превысил ИПЦ. Тарифы на грузовые перевозки в 2014 г. оказались ниже уровня предыдущего года, что было компенсировано их более высоким ростом в 2015 г. (100,9% в 2014 г., 111,5% в 2015 г.).

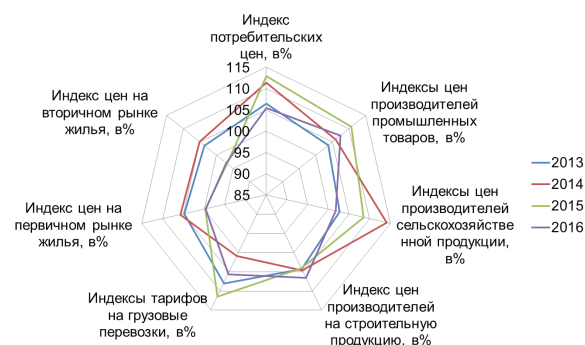


Рисунок 2 – Структурное соотношение цен в секторах экономики в 2013 – 2016 гг. [14]
Illustration 2 – Structural prices'ratio of the economical sectors in 2013-2016

Частным случаем локальной секторальной инфляции стала продовольственная инфляция в 2007 – 2008 гг. В 2007 г. за мировым продовольственным кризисом последовала высокая потребительская инфляция. «Осенью 2007 г. цены на продовольствие круто изменили свою траекторию, взяв курс на стабильное повышение. Среднемесячный ИПЦ повысился на 0,2%, а среднемесячный индекс цен на продовольствие на 0,5%, годовой – на 2,6 и 6,3% соответственно. В начале 2008 г. тенденция роста продовольственных цен продолжилась» [15, с. 27].

Примером локальной секторальной инфляции являются ценовые импульсы на рынке жилья (рис. 3). В 1998 г. и 2006 – 2007 гг. наблюдался беспрецедентный рост цен на жильё и недвижимость, в 2009 – 2010 гг., 2016 – 2017 гг. – затяжная дефляция. Рынок жилья, являясь первостепенным индикатором изменения внутреннего потребительского спроса, как никакой другой рынок подвержен высоким амплитудам колебаний цен. В годы экономического роста и относительной стабильности (2001 – 2006 гг.) он предрасположен влиянию

денежной и кредитной экспансии с последующей рефляцией, а в годы стагнации он оказывается под влиянием высокой волатильности с последующей дефляцией (2008 – 2009 гг.). Вложения в недвижимость неоднократно превращались в средство спасения денежных средств экономических субъектов (1998 г., конец 2014 г.) [14].

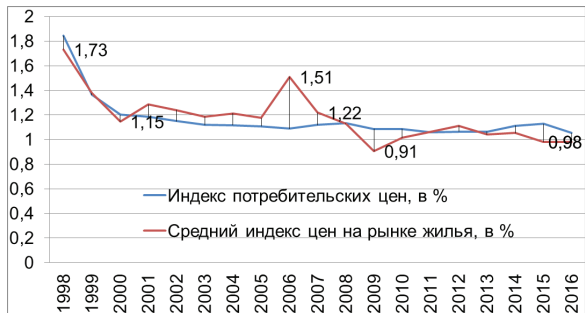


Рисунок 3 – Соотношение ИПЦ и среднего индекса цен на рынке жилья в динамике [14]
Illustration 3 – Ratio of the consumer prices' index and the average prices' index in the accommodation market

Таким образом, системная инфляция подразумевает, что в инфляционные процессы вовлечены все структурные части системы. Локальные инфляции свойственны для отдельных подсистем и временных периодов. Под локальной инфляцией (дефляцией) понимается ситуация значительного превышения (отставания) индекса цен в отдельном секторе экономики или в отдельный период времени, выходящая за рамки обозначившегося тренда.

ЦЕНОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ. ДРАЙВЕРЫ И АУТСАЙДЕРЫ РОСТА ЦЕН

Пропорции роста цен различны по отраслям и секторам экономики. Ранжирование уровней цен по секторам экономики позволяет выявить драйверов и аутсайдеров роста цен в динамике, определить закономерности инфляционных и общеэкономических процессов.

Система цен мобильна в рыночных условиях и взаимоувязана с экономическими отношениями, соотношение между ними варьируется соответственно меняющейся силе действия инфляцирующих факторов. Это приводит к постоянной рокировке отраслей с максимальным и минимальным ростом цен. К важным инфляцирующим факторам относятся проводимая экономическая политика, инфляционные стратегии экономических субъектов, неконкурентное поведение монополий. «За последние три года в связи с антироссийскими санкциями

произошла смена направленности внешних факторных эффектов. В целом имело место ухудшение внешнеэкономической конъюнктуры: уровень цен на нефть принял отрицательную динамику, финансовые ресурсы стали недоступными, отток капитала возрос, курс рубля девальвировал в два раза, уровень экспортной выручки снизился, а импортная составляющая в затратах продукции выросла в связи с обвалом рубля» [16]. Немаловажное значение имеют особенности ценообразования, свойственные для каждой отрасли. Фокусом влияния инфляцирующих факторов на структуру цен является более высокий или низкий ценовой импульс в отдельном секторе экономики (рис. 4). Их анализ определяет точки ценового роста или спада в различных секторах экономики.



Рисунок 4 – Минимальные и максимальные темпы роста цен в секторах экономики в динамике [14]
Illustration 4 – Minimal and maximum prices' rising in different economical sectors

Потребительский сектор является самым подвижным рынком, так как оказывается под влиянием конечного спроса населения. Основными ценообразующими факторами на рынке продовольственных товаров являются закупочные цены сельского хозяйства или импорта, цены перерабатывающих сельскохозяйственных отраслей, затраты на грузовые перевозки, розничная надбавка посредников, тип продукта (стандартизированный или дифференцируемый, взаимозаменяемый или взаимодополняемый), вид рыночной структуры (совершенная или несовершенная), эластичность спроса по цене. За 2014 – 2015 гг. цены на продовольствие росли ускоренными темпами (115,43 и 114%), что объяснялось экономическими санкциями, снижением курса рубля, появлением на отдельных рынках временного дефицита. К примеру, фрукты и цитрусовые подорожали в 2014 – 2015 гг. на 23,71 – 28,73%, плодоовощная продукция – на 21,98 – 17,35%.

Потребительский рынок непродовольственных товаров в структуре оборота розничной торговли занимает более 50%, физический объём его оборота ежегодно растёт в связи с электронной торговлей. Всплеск цен на непродовольственные товары наблюдался в 2015 г. (113,65%) и объяснялся изменением относительной цены в долларовом выражении.

Ускоряющаяся или запаздывающая инфляция на потребительском рынке свидетельствует о потенциале инфляционных ожиданий. Минимальный рост потребительских цен в 2003 и 2006 гг. (112 и 109% соответственно) связан с низкой волатильностью цен и с переориентацией внутреннего спроса на покупку жилья и недвижимости. Высокие инфляционные ожидания в 2014 – 2015 гг. (111,4 – 112,9%) связаны с девальвационным шоком.

Наиболее часто в эпицентре колебаний цен оказывался рынок жилья. Максимальный рост цен на вторичном рынке жилья символизирует рост внутреннего спроса, связанного с наличием денег на руках населения, рост цен на первичном рынке представляет собой фактор активизации ипотечного кредитования. В условиях стабильности реальные доходы населения растут и позволяют рационально распределять накопленные сбережения. Покупка недвижимости выступает одной из форм инвестирования сбережений. В условиях повышенной волатильности экономических показателей – объёма производства, доходов населения, курса валют – происходит переключение внутреннего спроса на товары первой необходимости и преобладает стратегия сбережений в ущерб потреблению.

Дефляция на рынке жилья в 2016 – 2017 гг. (96,8 – 97%) связана с экономической депрессией, усугублена валютными колебаниями и инфляционными рисками. «Подавляющее большинство обладателей рублёвых сбережений, желавших конвертировать их в недвижимость, уже сделали это во время двух волн ажиотажа 2014 г. ... В 2015 г. реальные доходы населения снижались, и люди просто ещё не успели накопить ни на квартиру, ни на первый взнос по ипотеке. ... Более того, из-за избытка предложений на строительном рынке возросший объём недвижимости оказывает давление на текущие цены, естественно придавая им тенденцию к снижению» [17, с. 38, 41]. В целом основной проблемой рынка недвижимости является удорожание её объектов, что может быть связано со следующими факторами: увеличение инвестиционной фазы строительства, завышенная стоимость строительства,

низкая обеспеченность жильём населения, появление профессиональных участников рынка (брокеров, оценщиков, риелторов, юристов, финансистов, девелоперов), коррупция [1, с. 142].

Рынок грузоперевозок сегментирован на пять видов транспорта (трубопроводный, железнодорожный, автомобильный, водный и авиационный). «В силу специфики экономики на трубопроводный транспорт приходится порядка 50% объёмов. Следующей по популярности выступает железная дорога – 43%. На долю автомобильного транспорта приходится всего лишь около 4% грузоперевозок. Остальным достаётся по 1%» [18]. Продуктом рынка грузоперевозок является услуга по доставке грузов. Невещественный характер продукции и территориальная разьединённость сегментов транспортных услуг является особенностями данного рынка. Структура рынка грузовых перевозок неоднородна. К примеру, рынок железнодорожных перевозок монополизирован, в то время как рынок автоперевозок перенасыщен индивидуальными предпринимателями. Стоимость грузоперевозок складывается под воздействием множества факторов: масса, объём или количество мест, занятых грузом; общий средний пробег одной единицы автотранспорта за период; затраты на топливо и материалы, амортизация объектов транспорта (тягачей и полуприцепов, вагонов и т. п.); расстояние и время пробега.

Преобладающий рост цен на грузовые перевозки часто вызван ростом затрат или тарифной политикой, сменой налоговой политики. К примеру, в 2013 г. доминирование роста тарифов на грузоперевозки (108%) объяснялось ростом затрат на перевозки грузов автомобильным транспортом в преддверии внедрения системы Платон. Тарифы на грузовые перевозки, достигнув пика в структуре цен в 2013 г., запаздывали по сравнению с ценами других секторов экономики в 2014 г. (100,9%). В 2015 г. они вновь росли (111,5%), хотя и не самыми высокими темпами (в 2015 г. максимально росли цены на потребительском секторе – 112,9%). Причины были связаны с дополнительной наценкой в 4 рубля за каждый километр в связи с оплатой системы Платон и дефицитом свободного транспорта – часть перевозчиков не успела зарегистрироваться в системе и боялась получить огромные штрафы. Также резко выросла дополнительная нагрузка на менеджеров, занимающихся оформлением маршрутов в системе. Чтобы оплатить один маршрут, уходит до 2-х часов времени в связи с технически

нестабильно работающим сайтом. Также произошло удорожание техники импортного производства. К примеру в 2014 г. 1 тягач MAN стоил 4 200 000 руб., на ноябрь 2015 года – 5 400 000 руб.» [19]. «Из-за возросших затрат мелкие перевозчики уходят из ниши «дальнобоя» на региональные маршруты с использованием малотоннажного транспорта. Скорее всего, рынок грузоперевозок в 2017 году ждет определенный передел в пользу крупных компаний и ЖД транспорта» [18].

Рынок промышленных товаров сам по себе не однороден и различается по стоимости и срокам амортизации. Производственные и офисные здания, производственное и вспомогательное оборудование имеют высокую стоимость, долгий срок использования и окупаемости, поэтому характеризуются неэластичным спросом. Материалы и сырьё за один оборот становятся частью конечной продукции, приобретаются в больших количествах, поэтому характеризуются высокой эластичностью спроса. Так, промышленные товары, являясь промежуточной продукцией, с одной стороны, оказываются под влиянием опосредованного спроса на конечную продукцию, с другой стороны, вынуждены считаться с особенностями рынков ресурсов. Основным ценообразующим фактором является стоимость комплектующих. Например, аксимальный рост цен на промышленные товары в 2009 и 2016 гг. (113,9 и 107,4%) закономерно следовал после девальвации и всплеска инфляционных ожиданий на потребительском рынке и подтверждал наличие эффекта отложенной импортной инфляции.

Характерной чертой цен в сельском хозяйстве является чередование периодов их максимального превышения с периодами максимального запаздывания в структуре цен. К примеру, в 2002 г. цены на продукцию сельского хозяйства символизировали дно дефляции (98,1%), в то время как в 2003 г. обнаруживался пик роста цен в этом секторе (124,7%). В 2010 г. аграрные цены обгоняли цены на другие товары (123,6%), в то время как в 2011 г. значительно запаздывали (94,9%). Амплитудное колебание цен на продукцию сельского хозяйства связано с особенностями ценообразования в данном секторе экономики.

Для сельского хозяйства как отрасли присущи специфические особенности, которые в совокупности с дерегулированием цен на аграрную продукцию и монополизацией отраслей агросервиса, перерабатывающих и торговых сетей приводят к смещению центров рентабельности в сторону последних. Вышеназван-

ные факторы деформируют систему цен сельского хозяйства. В течение определённого времени закупочные цены, устанавливаемые предприятиями-переработчиками и монопольными торговыми сетями, остаются стабильно низкими. Дальнейшее изменение соотношения цен окончательно снижает прибыль сельхозпредприятий, что вызывает резкий скачок цен на агропродукцию.

В строительстве за весь рассматриваемый период 1998 – 2016 гг. не было ни одного случая опережения цен. Это объясняется тем, что в строительстве сложилась практика завышения себестоимости. Уникальность строительства как отрасли состоит в сложности и длительности процесса производства, его высокой ресурсоёмкости и высоком уровне инвестиций. Основными факторами завышения стоимости строительства являются использование устаревших сметных нормативов и индексного метода определения стоимости, особенности строительства как процесса (наличие большого промежутка времени между этапом проектирования и этапом выполнения работ, наличие длинной цепочки субъектов строительства, присутствие фирм-одиночек). В результате действия этих факторов цены могут быть выше реальных на 30% [5, с 68,69].

Основой ценообразования в строительстве является сметно-нормативная база, которая включает в себя государственные сметные нормативы и другие сметные нормативные документы, необходимые для определения сметной стоимости строительства. На рост сметной стоимости строительства могут влиять и стоимость строительно-монтажных работ, и стоимость оборудования и инвентаря с учётом транспортных и заготовительно-складских расходов. В настоящее время стоимость работ в составе сметной документации определяется на двух уровнях: базовом (определяется на основе действующих сметных норм) и текущем (определяется на основе цен, сложившихся ко времени составления смет или прогнозируемых к периоду осуществления строительства).

Таким образом, структурный анализ уровня цен по годам позволил определить сектора с минимальным и максимальным ростом цен в динамике. Представление драйверов и аутсайдеров роста цен в виде шкалы позволило увидеть амплитудные колебания цен в отдельных секторах экономики и связать их с экономическими тенденциями и факторами ценообразования. Движение цен в условиях рынка осуществляется через фазы роста и па-

дения, чередуя инфляционные и дефляционные периоды.

СООТНОШЕНИЕ РОСТА ЦЕН. СБАЛАНСИРОВАННАЯ И НЕСБАЛАНСИРОВАННАЯ ИНФЛЯЦИЯ

С точки зрения соотношения роста цен по различным товарным группам и секторам экономики инфляция подразделяется на сбалансированную и несбалансированную. Инфляцию считают сбалансированной, когда цены растут одновременно в одних и тех же пропорциях на большинство товаров. При несбалансированной инфляции цены различных товаров изменяются по отношению друг к другу в различных пропорциях. В данных определениях заложена предпосылка о гипотетической возможности роста одновременно всех цен в одних и тех же пропорциях. Однако цены в условиях современного ценообразования не могут расти однородно в связи с особенностями механизма и факторов ценообразования. Самым весомым фактором несбалансированности цен является структура спроса, по причине неоднородного изменения которого происходит постоянное колебание ценовых соотношений продукции различных секторов экономики.

Если импульс повышения цен идёт от поставщиков сырья к конечной продукции, то подорожание сырья, к примеру, в X раз при прочих равных условиях должен привести к увеличению цены конечной продукции в kX раз (k – коэффициент затрат сырья). При увеличении цен на все компоненты, составляющие цену конечной продукции, импульс повышения последней отражает сумму роста цен всех компонентов, скорректированных с учётом коэффициента затрат. В этих условиях сбалансированной или однородной будет считаться инфляция при равенстве темпов роста цены конечной продукции и темпов роста цен её компонентов. Несбалансированная или неоднородная инфляция будет иметь место при любом неравенстве: если рост цены конечной продукции выше, чем рост стоимости её компонентов и наоборот. В первом случае потери будут нести поставщики сырья и комплектующих, использующихся для производства конечной продукции, во втором – пострадают производители конечной продукции.

Степень несбалансированности или неоднородности цен может быть выражена через показатели вариации цен в секторах экономики и соотношение индексов цен на товары и услуги, связанные внешней кооперацией.

Коэффициент вариации V_s , рассчитанный

для темпов роста цен по секторам экономики, показывает степень однородности инфляционных процессов в различные периоды с 1992 по 2017 г. (рис. 5) Инфляцию будем считать однородной, если коэффициент вариации не превышает 33% с учётом распределения, близкого к нормальному. За рассматриваемый период неоднородная инфляция поражала экономику России в 1992 г., в остальные периоды рост цен был относительно равномерным. Степень однородности цен тесно связана с уровнем их интенсивности. Коэффициент корреляции по уровням ряда динамики коэффициента вариации и темпов роста дефлятора ВВП имеет высокий показатель (+0,8), что характеризует сильную степень тесноты связи. В 2015 г. коэффициент вариации имел значение 5,87 против 4,17 в 2014 г. и 1,76 в 2013 г.

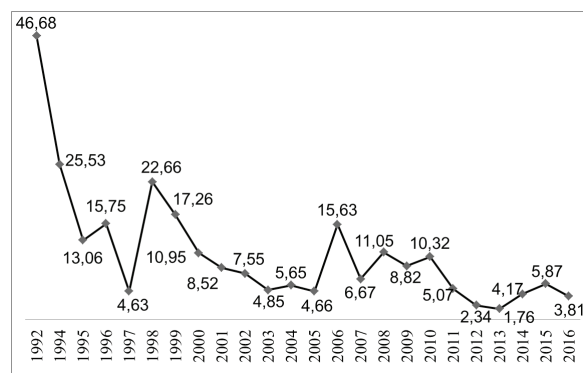


Рисунок 5 – Неоднородность секторальных цен в динамике
(коэффициент вариации V_s) [14]
Illustration 5 – Unevenness of section prices

Одним из проявлений несбалансированной инфляции является ситуация «ножниц цен». Особенно для сельского хозяйства часто характерен разрыв в ценах на готовую продукцию – крупы, бобовые, сахар, с одной стороны, и на сырьё – зерновые, зернобобовые и технические культуры, с другой. К примеру, за 2005 – 2016 гг. цена на хлеб и булочные изделия из пшеничной муки высшего сорта выросла в 3,33 раза, в то время как пшеница твердая за тонну в 2,43 раза. Также часто встречается расхождение цен на сельхозпродукцию и сельскохозяйственные машины и топливо, на сельхозпродукцию и промышленную продукцию и услуги, приобретенные сельским хозяйством. Образуется дисбаланс между розничными и закупочными ценами на продукцию скотоводства, свиноводства и птицеводства. К примеру, «цены производителей на реализованную сельскохозяйственную продукцию выросли лишь в 2,7 раза с 1991 по 1999 г. (с учетом

деноминации рубля), в то время как цены на промышленную продукцию и услуги, приобретенные сельским хозяйством, выросли в 8 раз. Цены на горючесмазочные материалы выросли в 17,4 раза за тот же период времени, а на электроэнергию — в 13,2 раза [20, с.8 – 9]. Присутствуют и взаимообратные тенденции, но они постоянно балансируют с негативным для сельского хозяйства разрывом цен.

«Ножницы цен» обусловлены различной эластичностью спроса и разным уровнем выгоды в сферах хозяйствования – производства и обращения. Торговля товаров более привлекательна и выгодна по сравнению с производством, так как в ней проявляется прямое воздействие социально-демографической ситуации и доходной обеспеченности покупателей. Как считают многие авторы, «для предприятий АПК проблема ценообразования усугубляется наличием существенного числа ценообразующих факторов, влияющих на механизм определения цены, которое очень трудно учесть в связи с тем, что они проявляются в различные периоды и действуют с различной силой. ... Корреляционно-регрессионный анализ влияния элементов затрат на уровень цен реализации показывает отсутствие видимой зависимости. ... Производственная себестоимость практически не влияет на уровень цен на сельскохозяйственную продукцию. Она зависит от конъюнктурных факторов, определяемых спросом и предложением, активностью менеджмента и маркетинга, административным ресурсом» [3].

Таким образом, в силу хаотичного симбиоза разнонаправленных факторов инфляция преимущественно носит несбалансированный характер. Его негативным проявлением выступает дисбаланс цен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ имеет характерные методологические особенности, научная результативность которых выражается в следующем. Использование такого системного признака как степень охвата экономической системы ростом цен позволило выделить и рассмотреть системные и локальные инфляции. Ранжирование индексов цен по секторам экономики дало возможность выявить сектора минимального и максимального роста цен по годам. С помощью детализации факторов ценообразования секторов экономики стало возможным взаимоувязать их с колебаниями цен. Анализ атрибута структуры –соотношения роста цен по отдельным товарным группам,

предоставил возможность уточнить механизм развития сбалансированной и несбалансированной инфляции. Предлагается для определения степени сбалансированности использовать статистический коэффициент вариации. Определение вариативности индексов секторальных цен по годам позволило определить степень их сбалансированности. Сравнение соотношения роста цен по отдельным товарным группам в сельском хозяйстве позволило понять глубину дисбаланса в данном секторе экономики.

Следующие научные выводы логически вытекают из тезисов проводимого исследования:

1. Системная инфляция охватывает всю экономическую систему и характеризуется ростом инфляционных ожиданий, развиваясь по механизму цепной спирали. Примерами системной инфляции является инфляция в России на протяжении всей истории постсоветского развития. Это и широкомасштабная гиперинфляция 1992 г., и ползучая инфляция 2000-х гг., и девальвационный шок 2014 г. Локальная инфляция – резонансные ценовые возмущения, амплитуда колебаний цен которых выходит за рамки определившегося тренда. Примерами секторальной локальной инфляции является рост цен на продовольствие в 2007 – 2008 гг., ценовые возмущения в 1998 и 2006 – 2007 гг. на рынке жилья. Девальвация 2014 – 2015 гг. носила тоже кратковременный характер. Это позволяет назвать инфляцию данного периода кратковременной локальной.

2. Структурные показатели роста цен характеризуют уже нечто большее по сравнению с ИПЦ и дефлятором ВВП, являющимися усреднёнными индикаторами инфляции. Они отражают строение экономической системы, прямые и обратные взаимосвязи между отраслями экономики, соотношение спроса и предложения между секторами экономики. В каждой отрасли складываются общие инфлятогенные факторы, способные разогнать цены, и специфические, зависящие от особенностей ценообразования. Фокальное влияние оказывают экономическая обстановка, структура спроса и предложения, инфляционное поведение субъектов, степень монополизации отрасли и др. Эти факторы формируют общий инфляционный тренд, характерный для любой отрасли.

3. Особенности ценообразования в секторах экономики сопоставимы с точками ценового роста или спада в этих секторах экономики. Рынок жилья подвержен высоким амплитудам колебания цен. В годы экономического роста

на этом рынке наблюдается высокая инфляция, в годы спада – дефляция. Подтверждением данной тенденции является дефляция на рынке жилья в 2016 – 2017 гг. По отношению к основным инфляцирующим факторам наиболее реактивен потребительский рынок. В 2014 – 2015 гг. таковыми стали экономические санкции, девальвация рубля, рост стоимости импорта. Преобладающей причиной роста цен на грузовые провозки является, прежде всего, рост затрат. Внедрение системы Платон вызвало колебания цен на грузовые перевозки в 2013 – 2017 гг. Рынок промышленных товаров зависит от стоимости импортных комплектующих. Поэтому закономерностью является максимальный рост цен на данном рынке после эффектов девальвации. Монополизация агро-сервиса, перерабатывающих и торговых сетей искажает ценообразование в АПК. Стабильно низкие закупочные цены на агропродукцию в долгосрочном периоде сменяются краткосрочными периодами рефляции.

4. Сбалансированная (однородная) инфляция – это инфляция, возникающая при равенстве темпов роста цены конечной продукции и темпов роста цен её компонентов. Несбалансированная (неоднородная) инфляция, соответственно, возникает при неравенстве этих составляющих. Сбалансированность имеет тесную связь с интенсивностью инфляционных процессов. Чем выше темп инфляции, тем выше неоднородность цен. Проявлением дисбаланса цен является ситуация «ножниц цен», находящая отражение прежде всего в сельском хозяйстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Капралин С. Г. Ценообразование и ценообразующие факторы на рынке недвижимости // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 362. С. 142 – 145.
2. Войтлева З.А. Анализ особенностей сельского хозяйства как отрасли народного хозяйства // Приволжский научный вестник. 2012. № 3(7). С. 33 – 34.
3. Сидорин А.А. Ключевые особенности ценообразования на рынке сельскохозяйственного сырья // Научный журнал КубГАУ. 2011. №70(06).
4. Золотарева Е.Л., Пигоров И. Я., Пясецкий И. А. Не-

обходимость и основные направления совершенствования ценового механизма в сфере АПК // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. №4.

5. Екимова К. В., Мартынюк Ж. С. Российская система ценообразования в строительстве: текущие проблемы обоснования цены строительства // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Экономика и менеджмент. Выпуск 18. 2011. № 21. С. 68 – 72.

6. Зырянова Т.В., Манакова Е.В. Ценообразования в строительстве // Международный бухгалтерский учет. 2013. № 33(279).

7. Ефанов А.Н. Цена и ценообразование на транспорте // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2012. № 4. С. 149 – 153.

8. Фрай М. Е. Система трансфертного ценообразования в топливно-энергетическом комплексе России Вестник Удмуртского университета. Серия : Экономика и право. 2014. Вып. 4. С. 101 – 105.

9. Паршин В. И. Особенности ценообразования в условиях рыночной экономики // Модернизация. Инновации. Развитие. Том 2, № 3(7), 2011. С. 38 – 41.

10. Гордиевич Т.И. Инфляция посредничества на продовольственном рынке России // Вестник Челябинского государственного университета. Экономика. Выпуск 31. 2011. № 6(221). С. 34 – 39.

11. Гордиевич Т.И., Рузанов П.В. Подходы к определению реальной инфляции // Омский научный вестник. Серия «Общество. История. Современность». 2014. № 4(131). С.50 – 54.

12. Гордиевич Т.И., Рузанов П.В. Преимущества и недостатки показателя стоимости и изменения минимального набора продуктов питания как индикатора инфляции // Омский научный вестник. Серия «Общество. История. Современность». 2015. № 3(139). С. 227 – 232.

13. Гурвич Е., Прилепский И. Влияние финансовых санкций на российскую экономику. // Вопросы экономики. 2016. № 1. С. 5 – 35.

14. Федеральная служба государственной статистики: офиц. сайт. – URL : <http://www.gks.ru>.

15. Гордиевич Т.И. Динамика инфляционных процессов в ходе экономической трансформации в России // Вестник СаГЭУ. Экономика. 2010. № 4(66). С. 24 – 29.

16. Гордиевич Т. И., Рузанов П.В. Эволюция факторов инфляции в условиях экономических санкций // Вестник Омского университета. Экономика. 2017. № 4.

17. Кузьменков А.А., Емельянова Е.Г., Федорова А.В. Влияние динамики валютного курса на показатели рынка недвижимости российской Федерации // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. № 4(19). С. 37 – 47.

18. АвтоТрансИнфо. Система грузоперевозок. – URL :<http://ati.su>.

19. ДА-ТРАНС: офиц. сайт. – URL :<http://datrans.ru>.

20. Agricultural Policy of Russia (English). Working paper of the world Bank, 2002, 111 pp.

STRUCTURAL ASPECTS OF INFLATIONARY PROCESSES

T.I. Gordievich, P.V. Ruzanov

ANNOTATION

The article presents the structural analysis of the Russia inflation in 1992 – 2017 according to Rosstat with the focus on the latest phase of development in terms of the economical sanctions. The inflation is heterogeneous in its structure, because of the different degree of elements' coverage in the economical system and because of the diverse role of each sector in the reproduction process. Mechanisms and

factors of pricing in various sectors of economy have individual features, and the price ratio between them varies according to changing power of inflation. In this content inflation can be classified as systemic and local, balanced and unbalanced. The sector of inflation can be determined as drivers and outsiders of rising prices. In case of systemic inflation of the price process, structural parts of the system would be included. Balanced inflation occurs when the growth equality rates of the final products and rate of prices' growth would be presented. Price movement through phases of growth and decline forms a sector with minimum and maximum prices.

KEYWORDS: *the structure of inflation, systemic and local inflation, drivers and outsiders of the price growth, balanced and unbalanced inflation.*

REFERENCES

1. Kapralin S. G. Cenoobrazovanie i cenoobrazujushhie faktory na rynke nedvizhimosti [Price formation and pricing factors in the real estate market], Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2012, no 362, pp. 142 – 145.
2. Vojtleva Z.A. Analiz osobennostej sel'skogo hozjajstva kak otrasli narodnogo hozjajstva [Analysis of the features of agriculture as a branch of the national economy], Privolzhskij nauchnyj vestnik, 2012, no 3 (7), pp. 33 – 34.
3. Sidorin A.A. Ključevye osobennosti cenoobrazovaniya na rynke sel'skohozjajstvennogo syr'ja [Key features of pricing in the market of agricultural raw materials], Nauchnyj zhurnal KubGAU, 2011, no 70(06).
4. Zolotareva E.L., Pigorev I. Ja., Pjaseckij I. A. Neobходимост' i osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya cenovogo mehanizma v sfere APK [the Necessity and basic directions of perfection of the price mechanism in the field of agriculture], Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii, 2012, no 4.
5. K. V., Martynjuk Zh. S. Rossijskaja sistema cenoobrazovaniya v stroitel'stve: tekushhie problemy obosnovaniya ceny stroitel'stva [Russian system of pricing in construction: current problems of justifying the price of construction. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta], Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, no 21, pp. 68 – 72.
6. Zyrjanova T.V., Manakova E.V. Cenoobrazovaniya v stroitel'stve [Pricing in construction. Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchet], Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchet, 2013, no 33(279).
7. Efanov A.N. Cena i cenoobrazovanie na transporte [Price and pricing in transportation proceedings. Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya], Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshheniya, 2012, no 4, pp. 149 – 153.
8. Fraj M. E. Sistema transfernogo cenoobrazovaniya v toplivno-jenergeticheskom komplekse Rossii [System of transfer pricing in fuel and energy complex of Russia], Vestnik Udmurtskogo universiteta, 2014, pp. 101 – 105.
9. Parshin V. I. Osobennosti cenoobrazovaniya v uslovijah rynochnoj jekonomiki [Peculiarities of pricing in the conditions of market economy], Modernizacija. Innovacii, Razvitie, Vol 2, no 3(7), 2011, pp. 38 – 41.
10. Gordievich T.I. Infljacija posrednichestva na prodovol'stvennom rynke Rossii [Inflation mediation in the food market of Russia], Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta, Jekonomika, 2011, no 6(221), pp. 34 – 39.
11. Gordievich T.I., Ruzanov P.V. Podhody k opredeleniju real'noj infljicii [Approaches to definition of the real rate of inflation], Omskij nauchnyj vestnik, 2014, no 4(131), pp. 50 – 54.
12. Gordievich T.I., Ruzanov P.V. Preimushhestva i nedostatki pokazatelya stoimosti i izmenenija minimal'nogo nabora produktov pitanija kak indikatora infljicii [Advantages

and disadvantages of the cost index and changes in the minimum set of food products as an indicator of inflation], Omskij nauchnyj vestnik, 2015, no 3(139), pp. 227 – 232.

13. Gurchich E., Prilepskij I. Vlijanie finansovyh sankcij na rossijskuju jekonomiku [Influence of financial sanctions on the Russian economy], Voprosy jekonomiki, 2016, no 1, pp. 5 – 35.

14. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Federal State Statistics Service], ofic. sajt. – URL <http://www.gks.ru>.

15. Gordievich T.I. Dinamika infljacionnyh processov v hode jekonomicheskoj transformacii v Rossii [Dynamics of inflationary processes in the course of economic transformation in Russia], Vestnik SaGJeU, Jekonomika, 2010, no 4(66), pp. 24 – 29.

16. Gordievich T. I., Ruzanov P.V. Jevoljucija faktorov infljicii v uslovijah jekonomicheskikh sankcij [Evolution of inflation factors in the conditions of economic sanctions], Vestnik Omskogo universiteta, Jekonomika, 2017, no 4.

17. Kuz'menkov A.A., Emel'janova E.G., Fedorova A.V. Vlijanie dinamiki valjutnogo kursa na pokazately rynka nedvizhimosti rossijskoj Federacii [Influence of exchange rate dynamics on the real estate market indicators of the Russian Federation. Izvestijavuzov], Izvestija vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost', 2016, no 4(19), pp. 37 – 47.

18. AvtoTransInfo. Sistema gruzoperevozok. – URL :<http://ati.su>.

19. DA-TRANS: ofic. sajt. – URL :<http://datrans.ru>.

20. Agricultural Policy of Russia (English). Working paper of the world Bank, 2002, 111 pp.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гордиевич Татьяна Ивановна (г. Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Организация и управление наукоёмкими производствами» Омского Государственного технического университета. (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: tgordievich@mail.ru).

Tatyana I. Gordievich (Omsk, Russian Federation) – Ph. D. in Economic Sciences, Ass. Professor, Department of Organization and Management of High-Tech Production of Omsk State Technical University. (644050, Omsk, Mira av., 11, e-mail: tgordievich@mail.ru).

Рузанов Павел Викторович (г. Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Организация и управление наукоёмкими производствами» Омского Государственного технического университета (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: pluchin2@mail.ru).

Pavel V. Ruzanov, (Omsk, Russian Federation) – Ph. D. in Economic Sciences, Ass. Professor, Department of Organization and Management of High-Tech Production of Omsk State Technical University. (644050, Omsk, Mira av., 11, e-mail: pluchin2@mail.ru).

УДК 332.1

ЗАКОНОМЕРНОСТИ И АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АСПЕКТ

М.А. Миллер

Омский научный центр СО РАН, г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Статья посвящена исследованию социально-экономического развития Омской области с позиций пространственной организации. Цель статьи заключается в уточнении закономерностей и тенденций пространственного социально-экономического развития Омского региона, относительно характера их проявления в начале нынешнего столетия с учетом пространственного аспекта.

Материалы и методы. Для проведения исследования использованы такие научные методы как описание, обобщение, сравнение, а также метод анализа статистических материалов.

Результаты. Основные результаты исследования сводятся к конкретизации закономерностей, определяющих пространственное развитие Омской области и связанных с расселением населения и значением промышленно-аграрного компонента хозяйственной системы региона. Кроме того, выявлены и исследованы в десятилетней динамике 6 тенденций социально-экономического развития Омского региона.

Статья развивает наработанные к данному моменту и описанные в научной литературе теоретико-методологические положения, связанные с пространственной экономикой, пространственной организацией на макро- и мезоуровнях. В статье дано авторское определение пространственного социально-экономического развития региона, под которым понимается такая организация народонаселенческого, инфраструктурного и производственного компонентов, которая обеспечивает их сбалансированное по затратам и востребованности сочетание при одновременном сохранении единства территории.

Обсуждение и заключения. Проведенное исследование и полученные результаты позволяют дополнить пространственно-экономическое научное направление подходом, заключающимся в выявлении и обобщении закономерностей и тенденций социально-экономического развития конкретного региона, учитывая пространственный аспект с целью расширения комплексного представления о наиболее проблемных точках его пространственной организации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регион, социально-экономическое развитие, пространственная организация, закономерности, тенденции развития, население, обрабатывающие производства, сельское хозяйство, транспортное сообщение.

ВВЕДЕНИЕ

Важной составляющей национальной политики Российской Федерации является региональная политика, направленная на обеспечение сбалансированного, комплексного социально-экономического развития субъектов РФ, включая организацию оптимальной системы расселения населения и размещения производительных сил.

Принятые в 2014 – 2015 гг. документы – Федеральный закон № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Феде-

рации» от 28 июня 2014 г. и постановление Правительства Российской Федерации № 870 «О содержании, составе, порядке разработки и утверждения стратегии пространственного развития, а также о порядке осуществления мониторинга и контроля ее реализации» от 20 августа 2015 г. создают нормативно-правовые предпосылки для разработки и принятия Стратегии пространственного развития Российской Федерации (далее – Стратегия). Сочетая в себе элементы стратегического и территориального планирования, Стратегия предполагает детализацию общенациональ-

ных подходов к пространственному развитию в разрезе регионов страны, что предусматривают, в частности, следующие планируемые к утверждению положения:

- «приоритеты совершенствования системы расселения на территории Российской Федерации и механизмы стимулирования расселения;

- направления изменения структуры экономики Российской Федерации в региональном аспекте;

- перспективные конкурентные преимущества и экономическая специализация субъектов Российской Федерации в межрегиональном разделении труда;

- результаты отнесения городов и регионов Российской Федерации к определенным типам» [16].

Результаты исследований, опубликованные в монографиях, посвященных теоретико-методологическим и практическим вопросам социально-экономического развития регионов [15; 19; 20; 23], а также отдельным региональным отраслям экономики [11; 14], подтверждают неразрывность рассмотрения проблем комплексного, устойчивого развития регионов от пространственной организации территорий. Различные аспекты социально-экономического, стратегического, инновационного регионального развития с позиций пространственной организации представлены в периодических изданиях [7; 8; 18; 21 и др.].

Терминологическая необходимость использования для современных исследований понятия «пространственный» (развитие, структура) наряду с термином «территориальный» объясняется авторами минимум двумя основаниями.

Во-первых, с позиций физической географии пространство включает в себя территорию (ограниченную часть поверхности Земли), акваторию (ограниченную часть водной поверхности Земли), аэроторию (часть воздушной оболочки Земли), а также внутреннюю часть земного пространства. Поэтому применение понятия «пространственное развитие», с точки зрения академика А.Г. Гранберга, придает научным исследованиям различных направлений (географического, экономико-географического, социально-экономического и т.п.) комплексный характер [2]. Многогранность пространственной экономики прослеживается также в [22].

Во-вторых, пространство в общем виде «вмещается (совмещается) в другие непрерывные пространства, например – отдельных

районов, а в конечном итоге – в обобщенное пространство страны», при этом территориальные структуры заданы размерами и границами территорий [1, с. 6-7].

С точки зрения академика РАН П.Я. Бакланова, «под пространственным социально-экономическим развитием страны, региона следует понимать количественные и качественные приращения в отдельных социальных и экономических (хозяйственных) компонентах и их сочетаниях, которые вызывают изменения и их пространственных характеристик» [1, с. 6]. При этом «при рассмотрении пространственного развития необходимо оценивать различные изменения в пространственно-временных континуумах различных компонентов и их сочетаний» [1, с. 6]. На уровне субъектов РФ (мезоструктурном районном уровне) автор предлагает оценивать систему расселения населения, транспортную сеть и взаимодействие различных видов транспорта, сбалансированность развития основных производств, инфраструктуры, природно-ресурсный потенциал [1, с. 8-9].

По мнению Княгинина В. и Перелыгина Ю., пространственное развитие заключается в комплексе мероприятий по гармонизации на определенной территории разнонаправленных процессов [6]. В свою очередь, Иванов С.А. и Ложко В.В. предлагают исследовать «единое пространство процессов социального и экономического развития региона», обосновывая идеи «процессного» подхода к пространственной экономике региона, к изучению его развития в динамике [3, с. 19].

В целом региональное развитие с учетом пространственного аспекта – это улучшение пространственной организации региона, выравнивание наиболее проблемных ее диспропорций. К ключевым компонентам пространственной организации региона относятся размещение населенных пунктов, численность населения в них и возможности сообщения между ними, расположение промышленных и инфраструктурных объектов, природопользование.

Таким образом, по нашему мнению, пространственное социально-экономическое развитие региона – это такая организация народонаселенческого, инфраструктурного и производственного компонентов, которая обеспечивает их сбалансированное по затратам и востребованности сочетание при одновременном сохранении единства территории.

При расширении числа публикаций по комплексному развитию регионов с позиций

пространственной экономики, тем не менее остаются недостаточно исследованными вопросы, связанные с определением устойчивых связей процессов в конкретных регионах, а также направленностью таких процессов и их последствий. Кроме того, выявленные однажды тенденции развития региона требуют периодической актуализации с учетом изменений, произошедших за определенный, выбранный для анализа, временной период. В этом плане возникает необходимость развития «процессного» подхода Иванова С.А. и Ложко В.В. к пространственному развитию региона.

Цель данной статьи – на основе имеющихся закономерностей и с учетом пространственного аспекта выявить и уточнить тенденции социально-экономического развития Омской области относительно характера их проявления в прошлом десятилетии нынешнего столетия.

Говоря о закономерностях, мы будем исходить из их понимания как некоей существенной, устойчиво выраженной связи процессов, а тенденций – как сложившейся направленности процессов. С этой точки зрения, к закономерностям, определяющим социально-экономическое развитие Омского региона с позиций пространственной организации, отнесем позиционирование Омской области как приграничного региона с крупным административным центром и доминированием промышленно-аграрного базиса его развития. Раскрытие данных закономерностей позволит обобщить тенденции развития и исследовать их в динамике с целью актуализации их проявления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Омская область расположена на юго-западе Сибири, граничит с несколькими российскими регионами и одним зарубежным государством – Казахстаном. По площади регион занимает 0,8% от общей площади РФ и является местом жительства для 1,4% населения страны [13].

Одним из основных индикаторов пространственного развития региона – способа расселения населения – Омская область характеризуется определенной спецификой. Так, из 13 регионов страны, имеющих в своем составе города-миллионники (г. Москву и г. Санкт-Петербург не берем во внимание как города федерального значения), Омская область – единственный субъект, общая численность населения которого составляет менее 2 млн чел. При этом разница в численности жителей со сравниваемыми выше субъектами РФ существенная – от 350 тыс. до 2 млн человек [13]. В то же время регионы с сопоставимой с Омской областью совокупной численностью

(1,9 млн. чел.) – Оренбургская область и Приморский край – имеют административные центры с числом жителей чуть более полумиллиона человек, остальное население проживает в малых городах и сельских поселениях.

Отсюда следуют две тенденции, определяющие пространственное региональное социально-экономическое развитие: высокая концентрация населения региона в г. Омске как административном центре региона и отсутствие существенного прироста совокупного населения Омской области, позволяющего достичь численности населения, сопоставимого с другими регионами, имеющими города-миллионники.

По первой тенденции можно констатировать высокий удельный вес численности городского населения к общему населению региона – 59,5% [12, с. 379]. Более того, с 2003 г. данный показатель вырос на 5%. Соответственно, большая концентрация населения «тянет» и другие показатели, связанные с проживанием и работой людей: доля г. Омска в совокупном вводе в действие общей площади жилых домов – 73%, в обороте розничной торговли – 85%, в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды – 91% [12, с. 379].

Производственный потенциал Омской области с точки зрения пространственного развития также распределен крайне неравномерно. Подавляющее большинство предприятий сосредоточены в административном центре региона, в итоге, например, удельный вес г. Омска в объеме отгруженных товаров обрабатывающих производств Омской области составляет 95%, основных фондов организаций – 85% [12, с.379]. Доля численности городских работников в общерегиональной структуре работников также высока и относительно «нулевых годов» существенно выросла – с 50% (2003 г.) до нынешних 70% (2015 г.) (рис. 1).

С одной стороны, концентрация населения и производственного потенциала в административном центре региона вполне логична, с другой – относительно Омской области наблюдается крайне неравномерная пространственная организация расселения населения и сосредоточения предприятий как источников рабочих мест. В уже упоминавшихся и сравнимых с Омской областью по общей численности населения Оренбургской области и Приморском крае лишь по 40% работников проживают в г. Оренбурге и г. Владивостоке, а удельный вес обрабатывающих производств данных городов в общем объеме сос-

тавляет 39 % и 51 % соответственно (в отличие от 95 %-го омского показателя).

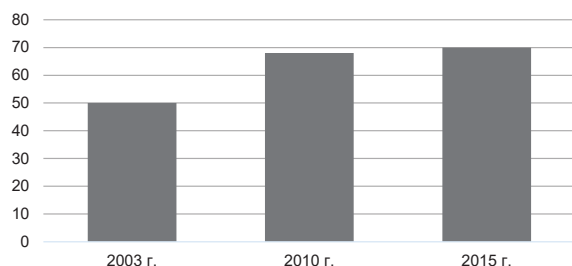


Рисунок 1 – Удельный вес численности работников организаций г. Омска в общей численности работников организаций региона, % [12]
Illustration 1 – Specific weight of the employee in Omsk region, %

Справедливости ради следует отметить, что Оренбургская область и Приморский край имеют в своем составе в 2 раза больше городов, чем Омский регион – по 12. Вместе с тем, даже в самом крупном городе Омской области после Омска – Таре проживает в 8 раз меньше человек, чем в г. Орске и в 6 раз меньше, чем в г. Уссурийске – также крупнейших городах (после Омска и Владивостока соответственно), указанных выше субъектов РФ (см. табл. 1).

Выравнивание пространственного социально-экономического развития возможно путем создания условий для переселения части населения из административного центра в другие города и поселения региона. На практике получается замкнутый круг: люди не едут в малые города и крупные поселки Омской области, потому что там нет организаций, предоставляющих рабочие места с достойной заработной платой, бизнес не вкладывает деньги в создание новых предприятий в этой части региона, потому что там нет критической массы квалифицированной рабочей силы и соответствующей инфраструктуры (транспортной, социальной) плюс удаленность от рынков сбыта, влияющая на рентабельность бизнеса.

Относительно второй тенденции, связанной с низким приростом населения Омской об-

ласти, следует отметить, что значительное наращивание общего населения любого региона достигается посредством либо естественного (национальные республики страны), либо миграционного прироста (крупные экономически развитые регионы), либо сочетания этих подходов.

По показателям естественного прироста населения Омская область показывает хорошую динамику. Общий коэффициент рождаемости за 2005 – 2015 гг. увеличился с 10,5 до 14,4; с последним значением регион занимает достаточно высокое 23 место [13, с. 61]. Начиная с 2011 г. регион преодолел естественную убыль населения и вышел на прирост, который, достигнув пика в 2012 – 2015 гг. в 2-3,6 тыс. чел. в год [10], сейчас снова начинает сокращаться.

Что касается миграционного прироста/убыли, то для Омского региона это один из самых проблемных вопросов пространственного социально-экономического развития. По сути, области так и не удалось преодолеть тренд убыли населения в новейшее время. В 2009 – 2015 гг. Омский регион из-за разницы прибывших/уехавших граждан ежегодно терял 300 – 3000 чел. (исключение – 2014 г., когда был зафиксирован в 700 чел. миграционный прирост), установив в 2016 г. антирекорд по миграционной убыли почти в 6 тыс. человек [10].

Таким образом, с уровнем рождаемости немногим выше средней и продолжающейся, к сожалению, нарастающей миграционной убылью, возможностей принципиально сбалансировать пространственную организацию Омской области по системе расселения населения не обнаруживается.

Убыль населения из региона в другие субъекты РФ и страны, а также перемещение из районов области в административный центр связана с множеством системных факторов, среди которых основные сводятся к уровню доходов домохозяйств и инфраструктурным условиям жизни в регионе в целом и отдельных его районов в частности. К важнейшим инфраструктурным проблемам Омской области относится транспортная. Слабая развитость

Таблица 1
ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ, НЕ ЯВЛЯЮЩИХСЯ АДМИНИСТРАТИВНЫМИ ЦЕНТРАМИ ОТДЕЛЬНЫХ СУБЪЕКТОВ РФ, ТЫС. ЧЕЛ. [12]
Table 1
POPULATION IN THE MEGAPOLIS OF THE SEPARATE RUSSIAN SUBJECTS

Города	Тара (Омская область)	Орск (Оренбургская область)	Уссурийск (Примор- ский край)
Численность населения (2016 г.)	28	231,1	168,6

дорожно-транспортной сети Омской области является еще одной тенденцией, определяющей пространственное социально-экономическое развитие региона.

Как уже отмечалось, население региона сконцентрировано в г. Омске (1,1 млн чел.). Учитывая, что в остальных пяти омских городах (Тара, Исилькуль, Калачинск, Называевск и Тюкалинск) вместе взятых проживает менее 100 тыс. чел., то примерно 700 тыс. чел. (это больше, чем население Костромской или Псковской областей) проживает в 21 поселке городского типа и более мелких поселениях. Это вызывает сложности дорожно-транспортного сообщения с такими населенными пунктами.

Омский регион из-за своего географического положения лишен морского сообщения, возможности речного перемещения сильно ограничены в силу сочетания природно-климатических, экономических и инфраструктурных причин, железнодорожная сеть охватывает только крупные населенные пункты. Поэтому, чтобы обеспечить транспортное сообщение с большим числом мелких и средних населенных пунктов, используется преимущественно автомобильный транспорт. По данным статистики 2015 г., Омская область имеет 223 автобуса общего пользования на 100000 чел. [13, с. 856], это 5-е место в РФ.

При этом удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автодорог составляет всего 58,5% (среднее по РФ значение – 70,6%) [13]. Это предпоследнее место среди регионов Сибирского федерального округа (перед Республикой Тыва) и 73-е место по стране. Другими словами, при вынужденном задействовании большого количества автотранспорта, в том числе автобусов, для транспортного сообщения между мелкими, разрозненными населенными пунктами региона инфраструктурная составляющая этого источника недостаточно развита.

В административном центре региона – г. Омске – дорожно-транспортная сеть также далека от оптимальной пространственной организации. В советское время статус города-миллионника давал определенные преимущества, в том числе приоритет на строительство метро. Однако начавшееся в 1992 г. строительство омского метрополитена за прошедшие четверть века то сворачивалось, то возобновлялось, но на сегодняшний день так и не завершено. Возможности речного сообщения в черте городе также неприменимы по

разным причинам. Таким образом, вся транспортная нагрузка ложится на автотранспорт и обеспечивающую его использование инфраструктуру, что также объясняет фиксируемый в Омской области один из самых высоких в стране показателей использования автобусного парка на 100 тыс. жителей, в 1,8 раз превышающий средний по РФ.

К вопросам, связанным с пространственным развитием региона, относятся также инициативы по построению международного аэропорта Омск-Федоровка и Красногорского гидроузла.

Предполагается, что вынос аэропорта за пределы городской черты положительно скажется на пространственном социально-экономическом развитии г. Омска. Новый аэропорт станет мультимодальным транспортно-логистическим центром международного значения.

Необходимость строительства Красногорского гидроузла связана с потребностью в решении проблемы недостатка водных ресурсов в г. Омске посредством регулирования уровня воды в реке Иртыш. Дополнительным фактором, учитываемым при обосновании возведения гидроузла, являются планы Китая и Казахстана, через чьи территории также протекает Иртыш, по строительству дополнительных гидросооружений на реке и расширению освоения водных ресурсов Иртыша в интересах развития промышленности, сельского хозяйства и транспортного сообщения.

В настоящее время аэропорт Омск-Федоровка и Красногорский гидроузел являются недостроенными по экономическим причинам объектами с разной степенью готовности. Кроме того, продолжаются дискуссии относительно прогнозируемой рентабельности и возможных экологических последствий их строительства.

Важным направлением пространственного социально-экономического развития региона является также его внешнеэкономическая деятельность.

Приграничное расположение Омской области дает дополнительные преимущества развития внешнеторговых связей с Республикой Казахстан и некоторыми другими странами, особенно входящими в ЕАЭС и ШОС. Соседство с Казахстаном предопределяет тот факт, что на эту страну приходится почти треть внешнеторгового оборота Омской области. В регионе функционирует более 200 совместных российско-казахстанских предприятий.

В целом следует констатировать, что внешнеэкономическая деятельность Омской

области за прошедшее десятилетие продемонстрировала разнонаправленные показатели, в том числе связанные со снижением объема экспорта и импорта за последний трехлетний период. Вместе с тем, обеспечение положительного сальдо внешнеторгового баланса региона как тенденция социально-экономического развития сохранилась [на основе: 4; 10].

Второй закономерностью пространственного социально-экономического развития Омской области является преобладание промышленно-аграрной составляющей в функционировании региональной хозяйственной системы.

Ориентация экономики региона на промышленность, конкретнее – на обрабатывающие производства, многие из которых относятся к ВПК, явилась во многом исторически сложившимся положением. В годы Великой Отечественной войны в Омскую область было эвакуировано свыше 100 военных предприятий, вследствие чего регион стал одним из крупнейших оборонных центров страны.

В масштабах РФ омская обрабатывающая промышленность, несмотря на снижение в 2005 – 2015 гг. ее удельного веса в общероссийских показателях с 2,5 до 2,12% [13], продолжает иметь большое значение для конкурентоспособности страны в гражданской и оборонной сферах.

В гражданских отраслях омскими предприятиями обеспечивается в выпуске по России почти половина ксилола и каждая третья тонна техуглерода. АО «Газпромнефть-Омский НПЗ» занимает лидирующие позиции по объему и глубине переработке нефти и является единственным отечественным нефтезаводом, выпускающим катализатор для установок каталитического крекинга. ООО «Омсктехуглерод» входит в десятку крупнейших производителей технического углерода в мире и является крупнейшим производителем в России и странах СНГ. Омский экспериментальный завод – единственный в России завод, разработавший и выпускающий линейку техники для предприятий селекционного семеноводства.

Оборонеспособность и военно-космический потенциал страны обеспечивают многие промышленные предприятия Омской области. Среди них: ФГУП «ФНПЦ «Прогресс» – федеральный научно-производственный центр, осуществляющий разработку и изготовление уникальных конструкций пневмоамортизаторов, виброизоляторов, патрубков. ПО «Полет» – филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева» становится

предприятием, осуществляющим полный цикл производства универсальных ракетных модулей для ракет-носителей «Ангара» легкого, среднего и тяжелого классов. АО «Омский завод транспортного машиностроения» занимает лидирующие в России позиции по разработке и производству образцов бронетехники и является единственным в России производителем гусениц для тяжелой бронетанковой техники. АО «ЦКБА» является одним из ведущих предприятий в России, осуществляющим разработку и производство пассивных радиоэлектронных систем.

Наряду со значением национального уровня омская «переработка» стабильно характеризуется весомым вкладом в формирование валового регионального продукта (ВРП) Омской области (табл. 2).

Как следует из данных, приведенных в табл. 2, социально-экономическое развитие Омской области в рассматриваемый период существенно зависело от уровня и возможностей обрабатывающих региональных производств. Доля «обработки» в формировании ВРП Омской области стабильно высока, в 2 – 2,5 раза превышая средние значения по субъектам РФ. В 2013 г. регион по данному показателю занимал 1-е место в стране (со значением 36,3 %).

Нельзя не отметить, что доля обрабатывающих производств в ВРП хотя и продолжает оставаться высокой, тем не менее в 2004 – 2010 гг. снизилась в 1,5 раза. С одной стороны, это объясняется макроэкономической ситуацией в 2004 г., характеризующейся 7%-ным экономическим ростом, достигнутым за счет 6%-го роста национальной промышленности, в том числе обрабатывающих производств. Некоторые регионы в этот период также показывали высокий уровень вклада переработки в ВРП (Липецкая область – 63,2 %, Красноярский край – 47,8 %, Вологодская область – 45,4 %, Челябинская область – 45,2 % [17]) и среднее по субъектам РФ значение было выше относительно сегодняшних показателей. С другой стороны, за последние несколько лет другие виды экономической деятельности (сельское хозяйство, операции с недвижимым имуществом) увеличили свои показатели и несколько «выровняли» структуру регионального продукта.

Тем не менее вклад обрабатывающих производств в ВРП остается достаточно высоким. Сейчас Омская область по этому показателю продолжает входить в пятерку регионов-лидеров.

Параллельно с развитием обрабатывающих производств, Омская область получила

Таблица 2
ДОЛЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ В ВРП, % [17]
Table 2
PART OF MANUFACTURING PRODUCTION IN GROSS PROCEEDS, %

Годы	Омская область	В среднем по субъектам РФ
2004	53,1	20,4
2010	34,8	17,7
2013	36,3	17,2
2014	37,8	16,5
2015	36,1	17,1

признание как регион с развитым сельским хозяйством, несмотря на нахождение не в самых благоприятных природно-климатических условиях.

Сельское хозяйство – 3-й по удельному весу в структуре ВРП Омской области вид экономической деятельности после обрабатывающих производств и торговли, формирующий десятую часть регионального продукта. Вклад продукции омских аграриев в общероссийские показатели в 2005 – 2015 гг. снизился с 2,4 до 1,9%, с последним значением область занимает 2-е место в СФО после Алтайского края и 19-е место по стране [13]. Уровень самообеспечения Омской области по молоку составляет 108,1 %, по мясу – 121,2 %, яйцам – 128,8 % [5].

Регион задействует крупные посевные площади сельскохозяйственных культур – 3029 тыс. га, по размеру которых уступает в СФО только Алтайскому краю, а по валовому сбору зерна входит в десятку регионов-лидеров, занимая в общероссийском рейтинге 9-е место, такое же место по поголовью свиней [13].

В целом обрабатывающая промышленность и сельское хозяйство почти наполовину определяют формирование ВРП Омской области, что позволяет сформулировать следующую тенденцию рассматриваемой темы – сохранение высокого вклада обрабатывающей промышленности и сельского хозяйства в социально-экономическое развитие Омской области.

Характер и степень проявления обобщенных выше тенденций существенным образом предопределяет еще одна – реализация мер по социально-экономическому развитию региона в условиях хронического бюджетного дефицита. За прошедшее десятилетие размер дефицита консолидированного бюджета Омской области разноразлично менялся, но,

тем не менее, сохранялся на чувствительном для региона уровне, превышающем в 2014 – 2016 гг. 5 млрд. руб. ежегодно [9].

Обращает на себя внимание, что в 2005 – 2015 гг. происходило серьезное изменение структуры по источникам доходов. Так, доля налога на прибыль организаций в формировании бюджета сначала резко упала с 41 (2005 г.) до 15% (2010 г.), а затем продолжила снижение до 11% (2015 г.). С одной стороны, данная ситуация была во многом обусловлена кризисными явлениями 2008 – 2010 гг., из-за чего в целом по стране удельный вес налога на прибыль организаций также снизился в 2005 – 2010 гг. с 32 до 23 % [13].

С другой стороны в общероссийском масштабе данное снижение не было столь резким, как в Омской области, и к 2015 г. показатель не продолжил падение, а стабилизировался на уровне тех же 23%; омский показатель испытывал влияние и региональных факторов. К их числу следует отнести перерегистрацию в 2006 г. крупнейшего налогоплательщика – ОАО «Газпромнефть», а также вхождение значительной части региональных промышленных предприятий машиностроительной отрасли в состав холдинговых компаний федерального уровня.

В абсолютных значениях общие потери суммы налога на прибыль организаций как источника формирования консолидированного бюджета Омской области составили в 2005 – 2015 гг. свыше 8 млрд руб., но больше всего настораживает отсутствие соответствующих предпосылок для роста данного вида бюджетных доходов. Для сравнения: в соседней Новосибирской области доля налога на прибыль в структуре бюджета в 2005 – 2015 гг. стабильно составляла 16% (рис. 2.) и за этот же период увеличила новосибирский бюджет почти на 14 млрд руб. [13].



Рисунок 2 – Удельный вес налога на прибыль организаций в доходах консолидированных бюджетов, % [расч. по: 13]
Illustration 2 – Specific weight of the profit taxes in the consolidation budget, %

Таким образом, бюджетные проблемы омского региона являются серьезным сдерживающим фактором для построения оптимальной пространственной организации, обеспечивающей сбалансированное и поступательное социально-экономическое развитие.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Подытоживая проведенную работу, констатируем, что в настоящее время пространственное социально-экономическое развитие Омской области определяют следующие тенденции (рис. 3).

Относительно показателей прошлого десятилетия нынешнего столетия каждая из указанных выше тенденций в целом претерпела незначительные изменения и сохранила свою общую направленность.



Рисунок 3 – Тенденции социально-экономического развития Омской области (пространственный аспект)
Illustration 3 – Socio-economical trends in Omsk region (spatial aspect)

Исследование не ставило своей задачей охватить максимально возможное количество тенденций социально-экономического развития Омской области с учетом пространственного аспекта. Выявленные и уточненные по актуаль-

ному состоянию тенденции, во-первых, являются следствием обозначенного закономерного регионального развития, во-вторых, представляют собой наиболее проблемные, в том числе системообразующего характера, точки экономической и социальной организации Омского региона, преодоление которых способно привести к выравниванию пространственно-экономических процессов в Омской области.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило актуальность проблемы пространственной неравномерности социально-экономического развития Омской области. Отдельные схожие процессы (несбалансированная система расселения населения, неразвитость транспортной сети, бюджетный дефицит) характерны и для других регионов страны, и для РФ в целом. Результаты исследования влияют на пространственную экономику, пространственно-процессный подход в плоскости выявления и отслеживания в динамике закономерностей и тенденций регионального развития как совокупности устойчивых процессов и их направленности.

Относительно предложений по выравниванию социально-экономического развития Омского региона с точки зрения пространственной организации следует признать, что они сводятся к необходимости реализации уже обозначенных задач, связанных с выявлением и содействием развитию «точек роста» в г. Омске и районах области, повышением инвестиционной привлекательности региона, работой с инвесторами на привлекательных для них и приемлемых для региона условиях, снижением бюрократических барьеров и необоснованных затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бакланов П.Я. Пространственное развитие региона: основные принципы и подходы к анализу и оценкам // Вестник АРГО. 2017. № 6. С. 4 – 11.
- Гранберг А.Г. О программе фундаментальных исследований пространственного развития России // Регион : экономика и социология. 2009. № 2. С. 166 – 178.
- Иванов С.А., Ложко В.В. О пространственном подходе в теории региональной экономики // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2015. Т. 9, № 1. С. 18 – 25.
- Итоги внешнеэкономической деятельности Омской области / Официальный сайт Министерства экономики Омской области. – Режим доступа : <http://mec.omskportal.ru> (дата обращения 22.09.2017 г.).
- Итоги работы в отрасли животноводства Омской области за 2016 год и задачи на 2017 год/Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Омской области. – Режим доступа : <http://msh.omskportal.ru> (дата обращения 22.09.2017 г.).
- Княгинин В., Перелыгин Ю. Пространственное раз-

витие России в долгосрочной перспективе // Российское экспертное обозрение. 2007. № 1-2. С. 6 – 10.

7. Магомадов Э.М., Рамзанов А.М. Пространственный подход в стратегическом развитии регионов // Вестник науки и образования. 2017. № 3. С. 69 – 71.

8. Маннапов Р.Г. Пространственные аспекты обновления управления инновационным развитием региона // Национальные интересы : приоритеты и безопасность. 2013. № 31. С. 41 – 48.

9. Омская область в цифрах: Крат. стат. сб./Омскстат. Омск, 2017. 38 с.

10. Официальная статистика : население, внешнеэкономическая деятельность // Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Омской области. – Режим доступа : <http://omsk.gks.ru> (дата обращения 22.09.2017 г.).

11. Промышленный комплекс Омской области : вопросы глобальной интеграции. – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2015. 404 с.

12. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов // Стат.сб. М. : Росстат, 2016. 442 с.

13. Регионы России. Социально-экономические показатели // Стат.сб. М. : Росстат, 2016. 1326 с.

14. Сельские территории Омской области : инструменты перехода к устойчивому развитию / под общ. ред. В.В. Карпова. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2017. 316 с.

15. Стратегическое управление пространственным развитием субъектов Федерации и городов Сибири/ под ред. А.С. Новоселова. Новосибирск : Изд-во ИЭОПП СО

РАН, 2009. 396 с.

16. Стратегия пространственного развития России/ Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации. Режим доступа : <http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/planning/sd> (дата обращения 22.09.2017 г.).

17. Структура ВРП по видам экономической деятельности // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Режим доступа : <http://www.gks.ru> (дата обращения 22.09.2017 г.).

18. Татаркин А.И. Конкурентное позиционирование регионов и территорий в пространственном развитии России // Вестник ОГУ. 2013. № 8. С. 148 – 158.

19. Чернова С.С. Факторы устойчивого развития регионов России : монография. Книга 7. Новосибирск : изд-во «СИБПРИНТ», 2010. 177 с.

20. Чернова С.С. Факторы устойчивого развития регионов России : монография. Книга 9. Новосибирск : изд-во «СИБПРИНТ», 2010. 275 с.

21. Яковлева С.И. Пространственные модели в стратегиях социально-экономического развития регионов России // Псковский регионологический журнал. 2014. № 17. С. 3 – 14.

22. 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.

23. Maier G., Todling F. Regionalentwicklung und Regionalpolitik. – Wien, 2002.

PATTERNS AND TRENDS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF OMSK REGION: THE SPATIAL ASPECT

M.A. Miller

ANNOTATION

Introduction. The article is devoted to the study of socio-economic development of Omsk region from the point of view of spatial organization. The purpose of this article is to clarify the patterns and trends of spatial socio-economic development of Omsk region, concerning the nature of their display in the last decade of this century and taking into account the spatial aspect.

Materials and methods. For realization of the research such methods as description, generalization, comparison, and the method of analysis of statistical materials were used.

Results. The main results of the research are the specification of patterns defining the spatial development of the Omsk region and associating with the settling of the population, and important industrial and agricultural component of the region economic system. In addition, six trends of socio-economic development of the Omsk region were identified and studied.

The article develops gained and described in the scientific literature, theoretical and methodological concepts, related to spatial economy and spatial organisation at the macro – and meso-levels. The article provides the author's definition of spatial socio-economic development of the region, which refers to such an organization of population, infrastructure and industrial components, which provides them with balanced costs and demand combination with the simultaneous preservation of the territorial unity.

Conclusion. The conducted research and the obtained results allow to supplement spatial-economic research area with the approach. identifying and summarizing patterns and trends of socio-economic development of a particular region, and take into account the spatial aspect to expand complex representation of the most troubled points in its spatial organization.

KEYWORDS: region, socio-economic development, spatial organization, patterns, development trends, population, manufacturing, agriculture, transport system.

1. Baklanov P.Ja. Prostranstvennoe razvitiie regiona: osnovnye principy i podhody k analizu i ocenkam [The Spatial development of a region: basic principles and approaches to the analysis and estimates], Vestnik ARGO, 2017, no 6. pp. 4 – 11.
2. Granberg A.G. O programme fundamental'nyh issledovanij prostranstvennogo razvitiia Rossii [Program of fundamental researches of spatial development of Russia], Region: jekonomika i sociologija., 2009., no 2. pp. 166 – 178.
3. Ivanov S.A., Lozhko V.V. O prostranstvennom podhode v teorii regional'noj jekonomiki [Spatial Approach to the Theory of Regional Economy. Bulletin of the South Ural State University. Ser.Economics and Management], Vestnik JuUrGU, Serija Jekonomika i menedzhment, 2015, T. 9, no 1. pp. 18 – 25.
4. Itogi vneshnejekonomicheskoy dejatel'nosti Omskoj oblasti/ Oficial'nyj sajt Ministerstva jekonomiki Omskoj oblasti [The results of foreign trade activities of Omsk region/ Official website of the Ministry of economy of Omsk region], Rezhim dostupa: <http://mec.omskportal.ru> (data obrashhenija 22.09.2017).
5. Itogi raboty v otrasli zhivotnovodstva Omskoj oblasti za 2016 god i zadachi na 2017 god [The results of the work in the livestock industry of the Omsk region for the year 2016 and objectives for 2017], Oficial'nyj sajt Ministerstva sel'skogo hozjajstva i prodovol'stviya Omskoj oblast., Rezhim dostupa: <http://msh.omskportal.ru> (data obrashhenija 22.09.2017).
6. Knjagin V., Pereygin Ju. Prostranstvennoe razvitiie Rossii v dolgosrochnoj perspective [Spatial approach in the strategic development of the regions], Rossijskoe jekspertnoe obozrenie, 2007, no 1 – 2. pp. 6 – 10.
7. Magomadov Je.M., Ramzanov A.M. Prostranstvennyj podhod v strategicheskom razvitii regionov [Spatial aspects of upgrading the innovative development management in regional], Vestnik nauki i obrazovaniya, 2017, no 3, pp. 69 – 71.
8. Mannapov R.G. Prostranstvennye aspekty obnovleniya upravleniya innovacionnym razvitiem regiona [Spatial aspects of upgrading the innovative development management in regional], Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost', 2013, no 31. pp. 41 – 48.
9. Omskaja oblast' v cifrah [Omsk region in figures], Krat. stat. sb., Omsk, 2017. – 38 p.
10. Oficial'naja statistika: naselenie, vneshnejekonomicheskaja dejatel'nost' [Official statistics: population, foreign trade]. Oficial'nyj sajt territorial'nogo organa Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Omskoj oblasti [Official site of territorial body of Federal state statistics service of the Omsk region], Rezhim dostupa <http://omsk.gks.ru> (data obrashhenija 22.09.2017).
11. Promyslennyj kompleks Omskoj oblasti: voprosy global'noj integracii [Industrial complex of the Omsk region: problems of global integration], Novosibirsk.: IJeOPP SO RAN, 2015. 404 p.
12. Regiony Rossii. Osnovnye social'no-jekonomicheskie pokazateli gorodov [The regions of Russia. The main socio-economic indicators of cities, Moscow, Stat.sb, Rosstat, 2016. – 442 p.
13. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli [The regions of Russia. Socio-economic indicators], Moscow.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Maxim A. Miller (Omsk, Russia) – the Doctor of Economics, associate Professor, deputy Chairman on scientific work of the Omsk scientific center of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (644024, K.Marxa av., 15, tel. +7 (3812) 37-17-51, e-mail: millerma@oscsbras.ru); professor of the chair «Economy and human resources management», Omsk state university of F.M. Dostoyevsky. (644077, Mira av., 55a, e-mail: millerma@vandex.ru).

УДК 332.1

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

В.В. Бирюкова¹, В.В. Бирюков², Е.В. Романенко³

¹ ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Россия;

² Частное учреждение образовательной организации высшего образования
«Омская гуманитарная академия (ОмГА)», г. Омск, Россия;

³ ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье представлено авторское видение процесса выбора стратегии, в соответствии с которым внешние и внутренние условия развития региона создают возможности получения устойчивых конкурентных преимуществ при формировании адекватной территориальной инновационной модели.

Методология. Разработана уточненная методология в виде синтеза системного, эволюционного и пространственно-временного подходов. Системный подход позволяет исследовать организационно-институциональную структуру региона, все элементы которой связаны между собой и дополняют друг друга. Используя эволюционный подход можно понять и оценить внутреннюю динамику системы, взаимосвязи между акторами и базисными блоками в условиях эволюционирующей внутренней и внешней среды. Пространственно-временной подход предусматривает использование многомерной системы пространственно-временных координат.

Выводы. В соответствии с представленной в статье подходом к анализу территориального контекста развития инновационных процессов выделены основные типы территориальных моделей инновационной деятельности. Раскрыты особенности формирования соответствующих им важнейших элементов и связей инновационной инфраструктуры.

Предложено целостное видение проблемы формирования территориальных инновационных моделей. Рассмотрен процесс формирования центрально-периферийных механизмов дифференциации инновационного потенциала регионов. Определены особенности формирования их места и роли в процессе генерирования и использования знаний и технологий. Показано, что разработка инновационной стратегии является эффективным способом развития конкурентных преимуществ территорий и связана с нелинейностью инновационного процесса, необходимостью накопления и постоянного поиска новых знаний, а также успешной адаптацией к меняющейся бизнес-среде.

В статье обосновывается необходимость разработки инновационной стратегии на основе индивидуализации территориальных инновационных моделей исходя из регионального контекста.

Практическое значение. Положения, выдвинутые в статье, могут быть использованы в качестве теоретической модели, определяющей взаимосвязи между факторами и переменными. На основе этой модели возможна разработка конкретных гипотез об успешности инновационной стратегии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регион, конкурентные преимущества, модель, стратегия развития, инновационный процесс.

Благодарности: работа выполнена при поддержке гранта РГНФ и Министерства образования Омской области (проект 16-12-55015).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Внешние и внутренние условия развития региона создают возможности получения устойчивых конкурентных преимуществ при

формировании адекватной территориальной инновационной модели.

Выделены основные типы территориальных моделей инновационной деятельности.

Раскрыты особенности формирования соответствующих им важнейших элементов и связей инновационной инфраструктуры.

Предложено целостное видение проблемы формирования территориальных инновационных моделей.

Рассмотрен процесс формирования центрально-периферийных механизмов дифференциации инновационного потенциала регионов.

Разработка инновационной стратегии является эффективным способом развития конкурентных преимуществ территорий и связана с нелинейностью инновационного процесса, необходимостью накопления и постоянного поиска новых знаний, а также успешной адаптацией к меняющейся бизнес-среде.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на существенное повышение мобильности и доступности факторов производства в глобализирующей экономике, местоположение предприятий в настоящее время играет особую роль в качестве источника социально-экономического и технологического развития, генерирующего эффекты локализации и территориальной концентрации хозяйственной деятельности. Происходящие качественные перемены в экономике обуславливают рост значения регионов как мест конкуренции и стратегического планирования. Они сопровождаются формированием новой системы взаимосвязанных драйверов, вызванной резким расширением возможностей развития и реализации способностей предпринимательских структур и территорий в результате все возрастающей значимости знаний и инноваций в повышении производительности экономической деятельности и создании устойчивых конкурентных преимуществ [1]. В связи с этим существенно меняется роль инновационной деятельности, природа, характер, закономерности и механизмы ее системного воздействия на формирование динамических, структурных и качественных параметров развития территориального пространства национальных экономик.

Теоретические основы механизмов территориального развития одним из первых рассмотрел А. Маршалл [2], который ввел понятия «отраслевых агломераций» и «промышленных районов» («localized industries» и «industrial districts»). На протяжении XX века исследования в области территориального развития становились все более популярными, S. Cruz и A. Teixeira оценивают рост доли публикаций по различным аспектам регио-

нальных агломераций с 5% в 1980-х гг. до 30% в начале 2000-х гг. [3].

Для понимания процессов формирования моделей инновационного развития важными являются работы, в которых исследованы современные изменения в организации инновационных процессов. Так, было показано, что они характеризуются переходом от линейной (индустриальной) модели к нелинейной (неоиндустриальной), предложенной К. Фримен [4], С. Клайн и Н. Розенберг [5], Лундвелл [6] и др. При этом происходит формирование открытых инноваций, связанных с массовым аутсорсингом и созданием глобальных ценностных цепочек [7]. В современных условиях процесс создания инноваций становится все более интерактивными, а в экономике появляются новые источники роста. Коллективному зарождению инноваций и получению участниками кооперации взаимных выигрышей способствует широкое распространение сетевых структур и кластеров, формирующих определенную экосистему [8]. Трансформацию и новые функции университетов, бизнеса и государства, а также изменяющий характер их взаимодействий при формировании инновационной деятельности в регионах описывает модель тройной спирали [9].

Во многих исследованиях было показано влияние уровня инновационной активности регионов на их экономическое и социальное развитие, структурную диверсификацию производства и сферы услуг, качество человеческого потенциала. Кроме того, рассмотрены основные элементы региональных инновационных моделей, взаимосвязи между ними и факторы, необходимые для достижения желаемых результатов. Эти модели проанализированы и классифицированы целым рядом авторов [6, 10, 11, 12].

Однако сложившиеся подходы обладают существенным недостатком: часто на основе анализа успешной модели развития определенного региона делаются попытки перенесения этого опыта на иные территории без должного учета их особенностей. Вместе с тем, по мнению О. Crevoisier, «позитивные эффекты, рассматриваемые экономистами, были наблюдаемы в рамках контекста определенного региона и не являлись основополагающими законами территориального развития» [13]. В связи с этим сегодня важным становится радикальное переосмысление сложившихся представлений и разработка более реалистичного подхода к формированию территориальных моделей.

Современные процессы глобализации и регионализации создают новый баланс сил, вызванный эффектами глобальной и локальной интеграции. Это явление, получившее название «глокализация», выражает двусторонний процесс, в ходе которого связи между субъектами экономической деятельности становятся одновременно более локализованными и транснациональными. Меняющиеся условия ведения бизнеса, связанные с переходом к инновационной конкуренции, предъявляют новые требования к формированию региональной политики, выбору приоритетов, моделей и инструментов ее реализации. Насыщение территориального пространства элементами инновационной деятельности является сегодня важнейшим фактором успешного развития экономики и социальной сферы, при этом у региона расширяются возможности для предотвращения и сокращения негативных воздействий изменений во внешней и внутренней среде [14].

В настоящее время, несмотря на большое число работ, посвященных проблеме инновационного развития регионов, ее исследование остается актуальным, данный процесс является весьма сложным и противоречивым; многие аспекты недостаточно исследованы, что затрудняет активное использование эффективных моделей, адекватных своеобразию региональных условий. Важнейшими вопросами, которые в связи с этим обсуждаются во многих работах, являются вопросы о том, какой должна быть инновационная модель для данной территории, во всех ли регионах может быть сформирована инновационная модель, в каком объеме и какие виды инноваций должны создаваться в регионе, чтобы появилась успешная инновационная модель? Однозначных ответов на эти вопросы пока еще нет в современной литературе.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Теоретические предпосылки исследований, проводимые в рамках рассмотрения вопросов территориальных моделей инновационного развития, связаны с такими направлениями экономической теории, как инновационная экономика, эволюционная экономика институциональная экономика, и региональная экономика. При этом сложившиеся исследовательские подходы к изучению данного явления остаются неудовлетворительными. Так, J. Moodysson и E. Zukauskaitė указывают, что кастомизация действительно является серьезной и обсуждаемой проблемой, однако

конкретные методики и методологии в сфере применения территориальных инновационных моделей остаются идентичными [15].

Для ревалентного описания процессов, определяющих особенности формирования различных моделей инновационного развития регионов, предложен методологический подход, базирующийся на уточненной парадигме исследования в виде синтеза системного, эволюционного и пространственно – временного подходов.

Системный подход позволяет исследовать организационно-институциональную структуру региона, все элементы которой связаны между собой, дополняют друг друга и в совокупности обеспечивают выполнение основных функций, возложенных на территориальную модель инновационного развития. Используя эволюционный подход можно понять и оценить внутреннюю динамику системы, взаимосвязи между акторами и базисными блоками в условиях эволюционирующей внутренней и внешней среды. Для расширения и дополнения идей данных подходов предлагается пространственно-временной подход, который предусматривает использование многомерной системы пространственно-временных координат, включающую в себя культурно-ценностное, организационно-институциональное, технико-экономическое, цикло-временное измерение. Данная система координат позволяет учитывать основные виды эффектов (выгод), которые возникают в зависимости от способностей регионов создавать те или иные формы организации инновационных процессов.

Смысловое содержание предлагаемого подхода состоит в том, что он позволяет рассматривать каждое территориальное образование как открытую, сложную, динамическую систему, которая существует в определенном культурном, институциональном, технологическом и территориальном пространстве, ограничена в ресурсах и маневренности, обладает внутренней структурной и саморазвивается, коэволюционируя с внешней средой; накопление изменений и обретений новых свойств территориальных образований происходит на основе развития и реализации их динамических способностей, формирование которых зависит от активности предпринимательских структур и организаций.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Опираясь на теоретические предпосылки и положения основных направлений теории

инновационного развития регионов, а также опубликованный массив результатов исследований территориальных инновационных моделей в данной статье предпринята попытка интегрировать имеющиеся современные и классические исследования. Ее результатом является разработка уточненной методологии в виде синтеза системного, эволюционного и пространственно-временного подходов. На данной основе предложено целостное видение проблемы формирования территориальных инновационных моделей; проанализированные публикации были рассмотрены исходя из этого.

В соответствии с изложенным в статье подходом к анализу территориальных инновационных моделей выделены основные типы и показаны особенности формирования свойственных им элементов и связей инновационной инфраструктуры. Изучение процессов взаимодействия субъектов региональных инновационных процессов на основе рассмотренной типологии моделей позволяет описать механизмы генерирования и распространения новых знаний между всеми участниками, и на этой основе сделать процесс развития региона более управляемым, а также определить факторы конкурентоспособности региона, играющие наиболее значимую роль. На основании анализа вторичных источников информации выделены ключевые факторы успеха инновационной стратегии и определены ограничения, накладываемые моделями при выборе стратегий инновационного развития.

Положения, выдвинутые в статье, могут быть использованы в качестве теоретической модели, характеризующей взаимосвязи между факторами и переменными; на этой основе возможна разработка гипотез об успешности инновационной стратегии, а также их эмпирическое тестирование.

ОБСУЖДЕНИЕ

Закономерности территориального развития инновационных процессов.

Понятие «инновационный процесс» как и понятие «инновационная система» может рассматриваться в узком, и в широком смысле [16]. При узком понимании инновационной системы в нее включаются функции исследований и разработок, представленные образовательными организациями, государственными и частными научно-исследовательскими институтами и корпорациями, что отражает подход «сверху-вниз» в линейной модели инноваций. При широком понимании региональ-

ной инновационной системы в нее входят все элементы и аспекты экономической структуры и институтов [6, 17]. Это соответствует подходу «снизу-вверх» в интерактивной инновационной модели.

Для переосмысления фрагментарных представлений и конструирования целостного видения развития инновационных процессов в регионах как составной части их осуществления в рамках национальной и глобальной экономик важно исходить из того, что особенности формирования региональных моделей обуславливаются делением территорий на разные типы под влиянием различий во внешних и внутренних условиях, отражающих характер их участия в генерировании и тиражировании инноваций, своеобразие места и роли в экономическом развитии страны. При этом в рамках складывающегося центрально-периферийного механизма взаимодействий регионов, вызванного различиями в ресурсном потенциале, компетенциях и способностях к инновациям, возникают разноразмерные волновые колебания. Они генерируются территориальной комбинацией технологических, культурно-ценностных, институционально-организационных и цикло-темпоральных переменных и сопровождаются сменой базисных принципов территориальной организации экономики, структуры, состава и соотношений факторов экономического роста [18].

Накопление знаний и технологий в рамках технико-экономической парадигмы имеет S-образный характер, на данной основе разворачиваются процессы технологической, инфраструктурной, финансовой, научно-образовательной и социокультурной дифференциации регионов.

Различия в конкурентных преимущественных регионах определяются инновациями разных типов. На начальном этапе конкурируют альтернативные базисные технологии; с выделением доминирующей технологии конкуренция осуществляется в рамках разных ее вариантов часто на основе соотношения «цена-качество» в условиях формирующегося массового рынка; прорывные инновации сменяются инкрементальными или пошаговыми, приобретающими комплексный характер. При этом возникают географические центры, которые обладают высоким инновационным потенциалом и динамично развиваются в силу наиболее благоприятных условий, а также периферийные и полупериферийные территории, которые трансформируются благодаря преимущественно диффузии нововведений и

в зависимости от особенностей процесса взаимодействия формального и неявного знания в рамках нелинейных инновационных процессов.

Положительные и отрицательные эффекты масштаба территориальной концентрации экономической деятельности, выступающие проявлением кумулятивных и синергетических эффектов своеобразия действия территориальных факторов, целесообразно интерпретировать как результат реализации трех типов экстерналиев (внешних эффектов): 1) эффекта, вызванного природно-географическими факторами; 2) агломерационного эффекта, включающего в себя эффекты локализации и урбанизации; 3) инновационно-территориального эффекта, вызванного влиянием пространственных нематериальных факторов и процессов интеллектуализации территориального развития на генерирование, диффузию и использование знаний и технологий.

Как свидетельствует мировой опыт, в ходе эволюции индустриальных экономик в формировании конкурентных преимуществ территорий снижается роль факторов первого уровня, но повышается значимость факторов второго уровня, а в дальнейшем усиливается роль факторов третьего уровня – региональных факторов инновационного развития, кардинально трансформирующих природу и механизмы повышения конкурентоспособности территорий, утрачивают свою прежнюю значимость эффекты масштаба крупных предприятий и важным становятся активное взаимодействие бизнеса с государственными, научными и образовательными организациями.

Сегодня переход к новой фазе технологического развития и формирование конкурентных преимуществ в странах Запада напрямую связывается с неоиндустриальной парадигмой обновления экономики [5]. Реиндустриализация становится ключевым трендом, предусматривающим интеллектуализацию производства, поддержку приоритетных направлений развития науки и техники, системы образования и подготовки кадров, а также стимулирование инноваций и процессов возвращения в страну рабочих мест, активного включения малых и средних предприятий в цепочки добавленной ценности.

Формирование территориальных моделей инновационного развития: анализ подходов.

Сложившиеся сегодня различия в подходах к формированию территориальных моделей инновационного развития во многом

определяются тем, что в связи с большим разнообразием внешней и внутренней среды данные модели обладают разнообразными структурными и динамическими характеристиками, которые могут подразделяться на различные упорядоченные группы в зависимости от выбранных классификационных критериев. Исследование характеристик региональных инновационных процессов дает возможность провести их классификацию, что способствует систематизации знаний и уяснению механизма генерирования и использования инноваций, позволяет сравнивать возможности создания конкурентных преимуществ, оценить альтернативные подходы и пути дальнейшего развития регионов.

При анализе процессов формирования территориальных инновационных моделей целесообразно исходить из того, что важнейшие их параметры образуют в рамках территориального контекста многоуровневую систему, находятся между собой в сложной связи и соподчиненности. Для выработки подхода, позволяющего системно интерпретировать процессы формирования уникальных территориальных траекторий инновационного развития, обеспечивающих успешное создание и реализацию конкурентных преимуществ, особую значимость приобретает использование типологии инновационной деятельности регионов, основанием которой является характер их участие в процессах генерирования, трансфера и тиражирования инноваций, обусловленный особенностями взаимодействия производственно-технологических, культурно-ценностных, организационно-институциональных и цикло-темпоральных факторов [18].

В рамках рассматриваемого подхода выделяются три типа региональных инновационных моделей, выполняющих основополагающую роль в понимании закономерностей формирования инновационного профиля развития территории [6, 11, 19].

Модель первого типа – это регионально ориентированная модель инновационного развития территории. Она предполагает удовлетворение преимущественно региональных потребностей в инновациях при незначительном участии университетов как производителей знаний. Значимая связь между фирмами и университетами здесь существует преимущественно в области прикладных разработок. Инновационные фирмы взаимодействуют обычно с фирмами этого же региона, а также сотрудничают с конкурентами (co-opetition). Результатом их деятельности, как правило,

являются улучшающие инновации, создаваемые для решения прикладных задач. Примером данного типа региональных инновационных моделей являются сети малых и средних предприятий в промышленных районах Италии, а также центры инновационного бизнеса, расположенные в этих районах [6]. Компании используют в своей работе преимущественно синтезированные знания (synthetic knowledge). Новое знание создается, как правило, в результате индукционных процессов тестирования, экспериментов, компьютерного моделирования и практической работы, а не в результате дедукции и абстрагирования [20].

Модель второго типа – национально ориентированная модель – предусматривает удовлетворение национальных потребностей и потребностей международных рынков в инновациях. В этой модели особую значимость приобретают фундаментальные исследования в университетах и организациях, которые активно взаимодействуют с производителями знаний и инновационными фирмами других регионов. Примером данного типа региональных инновационных моделей являются технополисы, которые создаются в таких странах, как Франция, Япония и Тайвань и характеризуются ограниченной степенью взаимодействия инновационных фирм в пределах полисов, а также развитыми вертикальными отношениями с неместными фирмами. Крупные фирмы в этих регионах, как правило, рассматриваются в качестве якорей технополисов. Исследовательские функции университетов и корпораций в значительной степени ориентированы на создание радикальных инноваций.

Модель третьего типа – регионально-национальная модель – ориентирована на удовлетворение региональных и национальных потребностей в инновациях; основными производителями инноваций являются как фирмы, так и университеты. Для этой модели характерно развитие исследований и разработок, обеспечивающих создание радикальных и улучшающих инноваций, инновационные фирмы активно взаимодействуют с университетами и фирмами этого региона. Данная модель, связанная с реализацией сетевого подхода, характерна для Германии, Австрии и скандинавских стран. Исследовательская компетенция является смешанной, она позволяет осуществлять фундаментальные и прикладные разработки, ориентированные на потребности фирм. Возникает высокая степень взаимодействия между производителями знаний, правительством и бизнесом в регионе [19].

Для дальнейшего анализа особенностей формирования параметров инновационной деятельности в рамках предложенных трех основных типов моделей развития регионов целесообразно использовать и другие критериальные признаки. Так, можно выделить следующие основания для классификации региональных моделей инновационных процессов: полнота инновационного цикла, характер взаимодействия фирм и производителей знаний, степень вмешательства государства, международная ориентация, этап жизненного цикла, статистический индекс инноваций и другие [11, 15, 16, 21, 22, 23, 24]. Данные переменные можно рассматривать в качестве инструментов, с помощью которых конкретизируются особенности инновационной модели в соответствии территориальным контекстом.

Сегодня деловая практика показывает, что в условиях турбулентной среды наличие существенного пространственно-временного разрыва между центрами разработки и производства продукции снижает ее конкурентоспособность. В инновационной конкуренции побеждают производители, у которых оба центра территориально близки, что позволяет им быстро и адекватно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры. В связи с этим происходит корректировка сложившихся подходов к организации инновационного процесса с учетом возрастания значимости территориального фактора.

Инфраструктурное обеспечение развития инновационных процессов в регионах.

Наличие инфраструктурного обеспечения инновационных процессов является важнейшим условием успешного их развития. Построение тех или иных вариантов инновационной инфраструктуры региона определяется типом инновационной деятельности, обуславливающей необходимость выполнения инфраструктурой соответствующего специфического набора функций с учетом состояния внутренней и внешней среды региона.

Успешное инновационное развитие региона территориально-ориентированного типа предполагает создание инфраструктурного обеспечения, позволяющего осуществлять освоение преимущественно улучшающих инноваций, создаваемых для решения прикладных задач. При этом инфраструктурная поддержка должна способствовать выполнению следующих функций: выявление потребностей бизнеса в инновациях с учетом технологических и рыночных трендов; отбор инноваций из множества внешних и внутренних предложений;

определение типа инновационной стратегии (полное копирование, частичная креативная имитация, инновации с высокой степенью новизны); разработка и реализация программ обучения персонала; адаптация бизнес-процессов, использующих инновационные решения; выпуск инновационной продукции и услуг.

Основными элементами инфраструктуры в данном типе моделей являются инновационные центры, технопарки, научно-исследовательские организации. Важное значение имеет также наличие образовательных структур и программ, обеспечивающих подготовку. Ключевым фактором успеха бизнеса выступают локализованные процессы обучения, которые поддерживаются их географической и социально-культурной близостью, без значительного взаимодействия с организациями производителями знаний.

Финансирование инновационной деятельности осуществляется местными банками, региональными правительствами, ассоциацией, системами грантов и займов местного уровня. Степень федерального участия в управлении инновационной деятельностью является обычно низкой из-за локализации инновационной деятельности [25].

Инфраструктурное обеспечение национально-ориентированной инновационной модели определяется тем, что сотрудничество между организациями преимущественно связано с проектами по разработке радикальных инноваций. Примером является кластеризация исследовательских лабораторий крупных фирм и/или правительственных научно-исследовательских институтов в «научных парках». Они могут быть расположены вблизи от университетов и технических колледжей, но участники научных парков, как правило, имеют ограниченные связи с местным бизнесом. В связи с этим важным становится использование возможностей научных парков и технополисов для повышения конкурентоспособности местных производств (особенно малых и средних предприятий) [26]. В данном типе территориальных инновационных моделей финансирование централизовано, а большинство инициатив и действий в рамках инновационной деятельности являются результатом государственной политики.

Регионально-национальная модель характеризуется тем, что региональный кластер фирм находится в окружении инновационной инфраструктуры, обеспечивающей успешное проведение фундаментальных и прикладных исследований. Сетевой подход

наиболее характерен для Германии, Австрии и скандинавских странах [12]. Данная модель предполагает реализацию комплекса мер государственной поддержки инновационного потенциала региона и сотрудничества малых и средних предприятий, которые могли бы дополнить свои компетенции новыми знаниями в целях создания радикальных и улучшающих инноваций. Большинство фирм не может полагаться исключительно на неформализуемое локализованное обучение, а должны получить доступ к более широким наборам как аналитических, так и синтезированных знаний на национальном и глобальном уровне. Сотрудничество фирм с местными производителями знаний – университетами и научно-исследовательскими институтами, организациями по трансферу технологий и центрами обслуживания может обеспечить доступ им к информации и компетенциям, которые дополняют полученные фирмами местные компетенции, что повышает инновационный потенциал региона. Финансирование инновационной деятельности в регионе определяется соглашениями между банками, правительственными организациями или агентствами по инновационному развитию, а также фирмами.

Таким образом, особенности инновационного развития регионов обуславливают различия моделей инновационной инфраструктуры, которые отличаются как набором и ролью ее участников, так и характером взаимодействий. В связи с этим, например, наличие университета, не является одним из основных условий успешного осуществления регионом инновационной деятельности во всех типах моделей, как это полагают многие экономисты. Как отмечают К.М. Tornquist и Л.А. Kallsen, «географическая близость фирм и высшего образования не является настолько важным фактором для создания и трансфера технологий и знаний, как полагали ранее» [27]. По мнению I. Cook и R. Joseph «уважаемый университет однозначно создает определенный статус города, или благоприятный имидж центра инновационной активности, но тот факт, что университет предоставляет базу научных данных для успешного развития инновационного бизнеса в регионе, является вопросом спорным» [19].

Роль территориальных инновационных моделей в формировании инновационной стратегии регионов.

Асинхронность и асимметричность развития территориальных экономических систем обуславливает необходимость выработки теоретического и методологического аппарата, ори-

ентированного на формирование уникальных траекторий инновационных изменений в соответствии с их идентичностью и специфическими преимуществами [28].

В настоящее время значительное распространение получил подход, сторонники которого акцентируют внимание на необходимость наличия основных элементов, характеризующих некую универсальную территориальную инновационную модель, а также соответствующих взаимосвязей между ними. Если при сравнении с «эталонной» моделью обнаруживается отсутствие некоторых составляющих, то предполагается устранить данный недостаток. На практике подобное копирование успешного опыта без учета различий в типах инновационных моделях приводит обычно к малоэффективным управленческим решениям. Перспективным и нуждающимся в дальнейшем развитии представляется другой подход, представители которого указывают на постоянно изменяющуюся региональную систему и кардинальные различия в региональных системах [13, 29]. Сравнение форм организации инновационных процессов на уровне региона важно проводить для одинаковых типов их моделей. В этом случае можно воспользоваться следующими рекомендациями: «по результатам анализа сильных и слабых сторон региона, недостающие факторы следует заполнить методом адаптации определенных механизмов, которые уже зарекомендовали свою эффективность, будучи примененными в схожих ситуациях или созданием новых в том случае, если никакие существующие механизмы не подходят» [17].

Инновационным потенциалом могут обладать не только регионы с сильными предпосылками, но и традиционные промышленные и аграрные регионы. В свою очередь, периферийные регионы отличаются по уровню развития инновационной деятельности и условиям ее осуществления. В настоящее время накоплен значительный эмпирический материал, свидетельствующий о том, что регионы и города могут создавать успешные инновационные модели, например, в отсутствие университетов и квалифицированной рабочей силы, развитой исследовательской базой и ряда других факторов, которые рассматриваются в рамках классических интерпретаций инновационных моделей в качестве необходимых предпосылок. Так, инновационное развитие региона Лахти в Финляндии происходило успешно в отсутствие университета [30]. Город Софи-и-Антиполиса во Франции обеспечил успеш-

ное развитие, обладая единственным важным преимуществом – развитой инфраструктурой [31]. Провинция в Китае, имея слабую исследовательскую базу и неквалифицированный рынок труда, добились успехов за счет создания благоприятной деловой среды и укрепления внешних связей при значительном государственном регулировании всех стадий инновационного и обеспечивающего процессов [32].

Моделирование развития инновационной деятельности в регионе является важным инструментом разработки и реализации его инновационной стратегии, которая представляется собой сложный процесс, включающий в себя следующие основные этапы: оценка сильных и слабых сторон, возможностей и рисков инновационной деятельности региона; анализ альтернативных направлений инновационного развития региона и установление типа территориальной инновационной модели; определение параметров, характеризующих стратегические приоритеты инновационного развития региона, соответствующие его возможностям, а также трендам технологических и рыночных изменений; разработка комплекса мероприятия по формированию производственно-технологических, организационно-институциональных, культурно-ценностных и нелинейно-временных связей, ориентированных на успешное развитие конкурентных преимуществ региона; мониторинг реализации стратегий.

Результаты проведенного исследования вторичных источников информации, показывают, что следующие факторы являются ключевыми составляющими успешного инновационного развития регионов:

- 1) Важно, чтобы инновационная стратегия региона соответствовала требованиям системного подхода и закономерностям развития экосистем. Она должна быть системной, адаптивной, институализированной, креативной, интерактивной, проактивной, учитывая нелинейность инновационного процесса.

- 2) Осознание своего места и роли в осуществлении инновационного цикла, выявление технологических и рыночных возможностей региона и определение исходя из этого ключевых компетенций и специфического инновационного профиля является важнейшей предпосылкой разработки успешной модели инновационного развития.

- 3) Общий коридор (вектор) территориального развития задает база знаний и базисные технологии, ресурсы и компетенции, матрица

культурно-ценностных ориентаций и институтов. Формируемые на данной основе ключевые факторы успеха, набор и роли участников инновационной среды, баланс факторов внешнего и внутреннего развития, характер связей между участниками экономической деятельности должны быть уникальными и созданными с учетом инновационного профиля региона, позволяющего ему эффективно участвовать в цепочке производства ценности инновационного продукта.

4) Стратегия должна поддерживать некоторый баланс между имеющимися ключевыми компетенциями и ресурсами, с одной стороны, и процессами их обновления – с другой стороны, обеспечивая динамичное развитие специфического территориального капитала, включающего материальные и нематериальные активы, с учетом возрастающей роли последней составляющей в создании более высокой прибыли.

5) При реализации комплексного подхода к формированию региональной инновационной модели необходимо учитывать ее сильные и слабые стороны, ориентироваться на координирование деятельности ее участников и властей в системе пространственно-временных координат, осуществляя изменения производственно-технологических, организационно-институциональных, культурно-ценностных и цикло-временных параметров, обеспечивающих успешное развитие конкурентных преимуществ в регионе на основе создания благоприятной предпринимательской среды и инновационной инфраструктуры [33].

Изменение приоритетов региональной политики сегодня связано с тем, что главным направлением ее становится развитие конкурентных преимуществ за счет интеллектуализации деятельности предпринимательских структур и повышения уровня инновационности, пересмотр традиционной конкурентной политики, ориентированной на низкую зарплату и низкие цены, создание высокопроизводительных рабочих мест на основе инноваций и диверсификации производства.

Таким образом, роль территориальных инновационных моделей при выборе стратегии развития региона состоит, прежде всего, в том, что они предоставляют теоретический и методологический аппарат, иными словами выступают как помощники в моделировании траектории развития инновационной деятельности с учетом регионального контекста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подход, основанный на системно-эволюционной парадигме, позволяет расширить пред-

метное поле исследований, изучающих развитие инновационных процессов в регионах, которые обладает ограниченными ресурсными возможностями, своеобразием компетенций, способностей к изменениям, стратегических мотивов, целей и методов генерирования и внедрения инновации.

Проведенный анализ территориальных аспектов инновационной деятельности свидетельствует о том, что данная деятельность может осуществляться в разных условиях и приносить различные результаты в зависимости от типа стратегии и под влиянием множества факторов. Инновационная деятельность должна помогать региону развивать конкурентные преимущества за счет интеллектуализации производства и усиливать свои позиции в инновационной конкуренции. Она позволяет регионам, не обладающим необходимыми ресурсами для собственных исследований и разработок, развиваться и участвовать в конкурентной борьбе, получать новые знания и со временем создавать собственные инновационные технологии и продукты.

Проанализировав исследования по проблемам развития инновационной деятельности в регионах, можно сделать вывод о том, при выборе территориальной модели важно использовать подходы, позволяющие адекватно оценивать место и роль региона в процессе генерирования, трансфера и тиражирования знаний и технологий.

Успешность инновационной деятельности в регионе зависит от состояния деловой среды и способности бизнеса преодолевать внутренние и внешние барьеры, связанные с недостатками в структуре управления, кадровом потенциале, продуктивном предложении, рыночном позиционировании, ограниченностью финансовых и временных ресурсов и др. В связи с этим в рамках стратегического управления на уровне региона на основе анализа сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, важно разработать и реализовать комплекс культурно-образовательных, структурно-инновационных, организационно-институциональных и финансово-экономических мер, обеспечивающих успешное развитие ресурсов и способностей различных секторов региона и их эффективную интеграцию в региональную, национальную и глобальную экономику.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бирюков В.В., Романенко Е.В. Механизмы формирования темпоральных конкурентных преимуществ экономики и развитие малого предпринимательства // Вест-

ник ОМГУ. Серия Экономика. 2011. № 4. С. 5 – 12.

2. Marshall, A. (1890). Principles of Economics. Macmillan, London.

3. Cruz, S., & Teixeira, A. (2011). The Evolution of this. Cluster Literature: Shedding Light on the Regional Studies/Regional Science Debate. Regional Studies. V. 44, 9.

4. Freeman, C. (1987) Technology Policy and Economy Performance. London: Pinter Publishers.

5. Klineand, S.J., & Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation // The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth / edited by R. Landau, N. Rosenberg. Washington: National Academy Press.

6. Lundvall, B. (1992). National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter.

7. Chesbrough, H.W. (2003). The Era of open Innovation MIT Sloan Management Review. V. 44, 3.

8. Chessell, M. (2008). Innovation Ecosystems – an IBM Academy of Technology study. IBM, May.

9. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations Research Policy, V. 29.

10. Moulaert, F., & Sekia, F. (2003). Territorial innovation models: a critical survey Regional Studies V. 37.

11. Asheim, B.T. (2002). Regional Innovation Systems: The Integration of Local «Sticky» and Global «Ubiquitous» Knowledge. Journal of Technology Transfer. 27.

12. Cooke, P. (2001). Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. Industrial and Corporate Change. 10 (4), 945-974.

13. Crevoisier, O. (2014). Beyond/Territorial Innovation Models: The Pertinence of the Territorial Approach. Regional Studies. V. 48, 3.

14. Бирюков В.В., Бирюкова В.В. Развитие предпринимательства и хозяйственные изменения в российской промышленности : монография. Омск : Изд-во СибАДИ, 2010. 260 с.

15. Moodysson, J., & Zukauskaitė, E. (2014). Institutional Conditions and Innovation Systems: On the Impact of Regional Policy on Firms in Different Sectors. Regional Studies. V. 48, 1.

16. Edquist, Ch., & McKelvey, M. (2002). Systems of Innovation: Growth Competitiveness and Employment. Cheltenham, U.K.: Edward Elgar.

17. Etzkowitz, H., & Dzisah, J. (2008). Unity and Diversity in High-tech Growth and Renewal: Learning from Boston and Silicon Valley. European Planning Studies, V. 16. 8. September.

18. Biryukov, V.V., Romanenko, E.V., Khairova, S.M., Khairov, B.G. (2015). Cyclic-temporal competitive advantages of the national economy and entrepreneurship development. Mediterranean Journal of Social Sciences, V.6, 4, 64-71.

19. Cook, I., & Joseph, R (2001). Rethinking Silicon Valley: New Perspectives on Regional Development. Proraetheus: Critical Studies in Innovation V. 19, 4.

20. Johnson, B., Lorenz, E., Lundvall, B. (2002). Why All this Fuss about Codified and Tacit Knowledge? Industrial and Corporate Change, V. 11.

21. Karlsson, Ch., Nellander, Ch., Paulsson, T. (2004). A Spatial ICT Clusters in Sweden – An Empirical Method to Identify Necessary conditions for existence. – Entrepreneurship and Dynamics in a Knowledge Economy. London, New York: Routledge.

22. Carlsson, B. (2003). Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective. Cheltenham: Edward Elgar.

23. OECD Science (2009). Technology and Industry Scoreboard.

24. Ridley, M. (2010). Rational Optimist: How Prosperity Evolves. Harper.

25. Storper, M., & Scott, A. (1995). The Wealth of Regions: Market Forces and Policy Imperatives in Local and Global Context. Futures. V. 27.

26. Asheim, B.T., & Cooke, P. (1998). Localised Innovation Networks in a Global Economy: A Comparative Analysis of Endogenous and Exogenous Regional Development Approaches. Comparative Social Research. 17.

27. Tornquist, K.M., & Kallsen, L.A. (1994). Out of the ivory tower: characteristics of institutions meeting the research need of industry. Journal of Higher Education. V. 65, 5.

28. Бирюков В.В. Время как фактор экономического развития в рыночных условиях : монография. С-Пб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2000.

29. Aydalot, P. (1984). Questions for regional economy. Economy en Sociologie Geografie V. 75, 1.

30. Aula, P., & Harmaakorpi, V. (2008). An Innovative Milieu – A View on Regional Reputation Building: Case Study of the Lahti Urban Region. Regional Studies, V. 42, 4.

31. Longhi, C. (1999) Networks, Collective Learning and Technology Development in Innovative High Technology Regions: The Case of Sophia-Antipolis. Regional Studies. V. 33, 4, 333-342.

32. Su, X. (2014). Multi-Scalar Regionalization, Network Connections and the Development of Yunnan Province, China Regional Studies. V. 48, 1.

33. Biryukov, V.V., Romanenko, E.V. (2016). The formation of territorial innovation models. Indian Journal of Science and Technology. V. 9(12). March.

THE STRATEGY DEVELOPMENT OF THE REGION: THE PECULIARITIES OF THE INNOVATIVE MODELS' FORMATION

V.V. Biryukova, V.V. Biryukov, E.V. Romanenko

ANNOTATION

Background. The author's vision of the strategy selection process, according to which external and internal development conditions of the region provide the possibility to obtain a sustainable competitive advantage in the adequate territorial innovation models' formation is presented in the article.

Methods. The methodology as a synthesis of the systemic, evolutionary and spatio-temporal approaches is developed. The systematic approach allows to explore the organizational and institutional region structure, which elements are interrelated and complemented to each other. The evolutionary approach for understanding and assessing the internal system dynamics, the relationship between actors and basic units in evolutionary internal and external environment is used. The space-time approach involves

the usage of multidimensional spatial-temporal coordinates.

Conclusions. *The main types of the innovative territorial models are highlighted. The features of the essential elements' formation and the innovative infrastructure's relations are revealed.*

The holistic vision of the territorial innovation models' formation problem is proposed. The process of a center-peripheral mechanisms forming with the different regional innovation potential is considered. Also the features of their place and role formation in the process of generating and using knowledge and technology are identified. The article show that the innovation strategy development is an effective way of the competitive advantages' development in the territories, the need for storage and the constant search for new knowledge, as well as the successful adaptation to the changing business environment are also proved in the research. The necessity to develop the innovative strategies based on the of territorial innovation models' individualization and on the regional context is substantiated in the article.

Practical importance. *The definiteness to the states of the research could be used as a theoretical model which defines the interrelations between factors and variables. It is possible to develop specific hypotheses about the success of the innovation strategy basing on this model.*

KEYWORDS: *region, competitive advantages, model, strategy development, innovation process.*

REFERENCES

Birjukov V.V., Romanenko E.V. *Mehanizmy formirovaniya temporal'nyh konkurentnyh preimushhestv jekonomiki i razvitie malogo predprinimatel'stva* [Mechanisms of formation of temporal competitive advantages of economy and small business development], Vestnik OMGU, Seriya Jekonomika, 2011. no 4. pp. 5 -12.

2. Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. Macmillan, London.

3. Cruz, S., & Teixeira, A. (2011). The Evolution of this. Cluster Literature: Shedding Light on the Regional StudiesVRegional Science Debate. *Regional Studies*. V. 44, 9.

4. Freeman, C. (1987) *Technology Policy and Economy Performance*. London: Pinter Publishers.

5. Klineand, S.J., & Rosenberg, N. (1986). *An Overview of Innovation // The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* / edited by R. Landau, N. Rosenberg. Washington: National Academy Press.

6. Lundvall, B. (1992). *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.

7. Chesbrought, H.W. (2003). The Era of open Innovation MIT Sloan Management Review. V. 44, 3.

8. Chessell, M. (2008). *Innovation Ecosystems – an IBM Academy of Technology study*. IBM, May.

9. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations Research Policy, V. 29.

10. Moulaert, F., & Sekia, F. (2003). Territorial innovation models: a critical survey *Regional Studies* V. 37.

11. Asheim, B.T. (2002). Regional Innovation Systems: The Integration of Local «Sticky» and Global «Ubiquitous» Knowledge. *Journal of Technology Transfer*. 27.

12. Cooke, P. (2001). Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Change*. 10 (4), 945-974.

13. Crevoisier, O. (2014). Beyond/Territorial Innovation Models: The Pertinence of the Territorial Approach. *Regional Studies*. V. 48, 3.

14. Birjukov V.V., Birjukova V.V. *Razvitie predprinimatel'stva i hozjajstvennye izmeneniya v rossijskoj promyshlennosti* [The development of entrepreneurship and economic changes in Russian industry: monograph], monografiya, Omsk, SibADI, 2010. 260 p.

15. Moodysson, J., & Zukauskaitė, E. (2014). Institutional Conditions and Innovation Systems: On the Impact of Regional Policy on Firms in Different Sectors. *Regional Studies*. V. 48, 1.

16. Edquist, Ch., & McKelvey, M. (2002). *Systems of Innovation: Growth Competitiveness and Employment*. Cheltenham, U.K.: Edward Elgar.

17. Etzkowitz, H., & Dzisah, J. (2008). Unity and Diversity in High-tech Growth and Renewal: Learning from Boston and Silicon Valley. *European Planning Studies*, V. 16. 8. September.

18. Biryukov, V.V., Romanenko, E.V., Khairova, S.M., Khairov, B.G. (2015). Cyclic-temporal competitive advantages of the national economy and entrepreneurship development. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, V.6, 4, 64-71.

19. Cook, I., & Joseph, R (2001). *Rethinking Silicon Valley: New Perspectives on Regional Development*. Proraetheus: Critical Studies in Innovation V. 19, 4.

20. Johnson, B., Lorenz, E., Lundvall, B. (2002). Why All this Fuss about Codified and Tacit Knowledge? *Industrial and Corporate Change*, V. 11.

21. Karlsson, Ch., Nellander, Ch., Paulsson, T. (2004). A Spatial ICT Clusters in Sweden – An Empirical Method to Identify Necessary conditions for existence. – *Entrepreneurship and Dynamics in a Knowledge Economy*. London, New York: Routledge.

22. Carlsson, B. (2003). *Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective*. Cheltenham: Edward Elgar.

23. OECD Science (2009). *Technology and Industry Scoreboard*.

24. Ridley, M. (2010). *Rational Optimist: How Prosperity Evolves*. Harper.

25. Storper, M., & Scott, A. (1995). *The Wealth of Regions: Market Forces and Policy Imperatives in Local and Global Context*. Futures. V. 27.

26. Asheim, B.T., & Cooke, P. (1998). Localised Innovation Networks in a Global Economy: A Comparative Analysis of Endogenous and Exogenous Regional Development Approaches. *Comparative Social Research*. 17.

27. Tornquist, K.M., & Kallsen, L.A. (1994). Out of the ivory tower: characteristics of institutions meeting the research need of industry. *Journal of Higher Education*. V. 65, 5.

28. Birjukov V.V. *Vremja kak faktor jekonomicheskogo razvitiya v rynochnyh uslovijah* [Time as a factor of economic development in market conditions: monograph], monografiya, S-Pb, Izd-vo SPbGUJeF, 2000.

29. Aydalot, P. (1984). Questions for regional economy. *Economy en Sociology Geografie* V. 75, 1.

30. Aula, P., & Harmaakorpi, V. (2008). An Innovative Milieu – A View on Regional Reputation Building: Case Study of the Lahti Urban Region. *Regional Studies*, V. 42, 4.

31. Longhi, C. (1999) Networks, Collective Learning and Technology Development in Innovative High Technology Regions: The Case of Sophia-Antipolis. *Regional Studies*, V. 33, 4, 333-342.

32. Su, X. (2014). Multi-Scalar Regionalization, Network Connections and the Development of Yunnan Province, China *Regional Studies*. V. 48, 1.

33. Biryukov, V.V., Romanenko, E.V. (2016). The formation of territorial innovation models. *Indian Journal of Science and Technology*. V. 9(12). March.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бирюкова Вера Витальевна – кандидат экономических наук, доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет, доцент кафедры «Экономика и управление на предприятии нефтяной и газовой промышленности»; ФГБОУ ВО «УГНТУ». (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1. Российская Федерация, e-mail: V.birukova@yandex.ru).

Birukova Vera Vitalyevna (Ufa, Russian Federation) – candidate of economical science, docent of the department of «Economy and management on enterprises of oil and gas industry»; Ufa State Petroleum

Technological University (USPTU). (450062, Kosmonavtov street, 1, Ufa, Russian Federation, e-mail: V.birukova@yandex.ru).

Виталий Васильевич Бирюков – доктор экономических наук, профессор, Частное учреждение образовательной организации высшего образования «Омская гуманитарная академия (ОмГА)», профессор кафедры «Экономика и управление персоналом»; (644105. г. Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2 «А». Российская Федерация, e-mail: sciencebv@gmail.com).

Biryukov Vitaliy Vasilievich – doctor of economical science, professor, The Omsk humanitarian Academy (OmGA), professor of the department of «Economics and personnel management»; (644105, 4'th Chelyuskincev, street, 2 «A», Omsk, Russian Federation, e-mail: sciencebv@gmail.com).

Романенко Елена Васильевна (Омск, Российская Федерация) – кандидат экономических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» доцент кафедры «Экономика и управление предприятиями», (644080. г. Омск, пр. Мира, 5. Российская Федерация, e-mail: romanenko_ev@sibadi.org).

Romanenko Elena Vasilievna (Omsk, Russian Federation) – candidate of economical science, docent of the department of «Economy and management of enterprises», The Siberian Automobile and Highway University (SibADI). (644080, Mira 5, prospect, Omsk, Russian Federation, e-mail: romanenko_ev@sibadi.org).

УДК 336.6

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

С.М. Хаурова¹, Б.Г. Хауров²

¹ФГБОУ ВО «СибАДИ» г. Омск, Россия;

²Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

В современных условиях глобализации возникает необходимость внедрения в отечественную экономику эффективной интеграционной формы как кластеры. Существующие методы управления формированием кластерных структур в регионах России имеют свои особенности в условиях турбулентности и внешних воздействий. В современной науке в недостаточной степени решен вопрос выделения приоритетных системообразующих элементов, которые формируют ядро развития и взаимодействия экономических субъектов региона. В настоящее время становятся актуальными проблемы создания инновационного инструмента управления кластерными структурами в регионах РФ. Лесопромышленный комплекс имеет народнохозяйственную значимость для России. В статье рассмотрены перспективы организационного развития лесопромышленного кластера. Исследованы ключевые отечественные и зарубежные рынки и основные потребители продукции лесопромышленного кластера. Дана характеристика текущего состояния промышленного потенциала участников лесопромышленного кластера. Выявлены перспективы развития лесопромышленного кластера Омской области, которые напрямую зависят от построения устойчивых кооперационных связей. Рассмотрены социально-экономические аспекты формирования лесопромышленного кластера Омской области. Выявлены особенности импортозамещения в кластерах. Предполагается, что эффективное применение механизма импортозамещения позволит оптимизировать взаимодей-

ствие экономических субъектов региона на основе приоритетного экономического кластера, что приведет к повышению социальной и экономической эффективности деятельности регионов России и позволит сгладить разрыв между развитием регионов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: импортозамещение, рефлексивное управление, лесопромышленный ком-плекс Омской области, социально-экономические аспекты.

Благодарности: статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финуниверситета 2017 года

ВВЕДЕНИЕ

Современное организационно-экономическое сотрудничество предпринимательских структур и власти стимулировано мощным эмпирическим запросом и практической потребностью в решении задачи формирования устойчивой интеграции в различных сферах [18].

Как показывает опыт ряда развитых стран, представители малого и среднего бизнеса являются гарантами социально-экономической и политической стабильности общества и государства, так как в совокупности они образуют средний класс – основу современных постиндустриальных обществ [17]. Современная экономика характеризуется значительным повышением объема потребления и радикальным снижением издержек компаний в процессе производства товаров и услуг, что способствует развитию принципиально новой экономики, новых рыночных, отраслевых и корпоративных структур [18].

Кластерная политика является основой развития всего лесного комплекса в Российской Федерации [3,4,6]. Кластерный подход дает возможность государственным органам за счет налоговых поступлений увеличить доходы бюджета, а также увеличить инвестиционную привлекательность Омской области. Кроме того, данный подход позволит бизнесу уменьшить издержки, повысить активность предприятий и шансы на получение господдержки.

Лесопромышленный кластер позволяет объединить в области освоения лесов приоритетные инвестиционные проекты. Целью формирования лесопромышленного кластера является создание в Омской области определенного комплекса, направленного на глубокую переработку древесины (на севере Омской области профицит древесного сырья составляет более 5 млн м³). Комплекс позволит организовать неистощимое, рациональное лесопользование, а также наладить непосредственное производство большого ассортимента ценных продуктов [14].

На сегодняшний день Омская область представляет собой один из крупнейших в Российской Федерации промышленных регионов. На территории Омской области реализуются крупные инвестиционные проекты. Имеющаяся площадь лесных угодий, которая составляет 4,6 млн га, позволяет позиционировать Омскую область прежде всего как промышленный субъект Российской Федерации. Ежегодно в регионе площадь, покрытая лесом, увеличивается практически на 1 тыс. га, а общий запас древесины оценивается на данный момент в 600 и более млн кубометров. Кроме того, на территории региона функционирует 31 лесной питомник, суммарная площадь которого составляет 60 га. Ежегодно в лесных питомниках выращивается 9 млн сеянцев, что говорит об отсутствии потребности Омской области в посадочном материале.

Основной задачей в формировании лесопромышленного кластера выступает максимально эффективное и рациональное использование лесных ресурсов с помощью увеличения степени использования и глубины переработки древесного сырья. Решение данной задачи заключается в создании кластера на базе лесного комплекса, который включает современную транспортную логистику, вертикально интегрированные производственно-технологические цепочки, глубокую переработку древесины, кадровое, инжиниринговое и научное обеспечение, а также рациональное и эффективное лесовосстановление и лесопользование.

Организация Лесопромышленного кластера обеспечивается полным обновлением технологической цепочки, начиная от выращивания леса и заканчивая его переработкой и заготовкой. Масштабная модернизация технологических процессов заготовки и переработки древесины одновременно с внедрением механизированной обработки и заготовки леса на лесосеках даст возможность повысить на лесозаготовках производительность труда, увеличить коэффициент использования древесины, а также уменьшить себестоимость

заготавливаемой древесины. Взаимодействие экономических субъектов региона на основе приоритетного экономического кластера, в качестве которого предлагается рассматривать лесопромышленный кластер, позволит оптимизировать процессы импортозамещения, что приведет к повышению социальной и экономической эффективности деятельности регионов России.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Возможность использования рефлексивного управления механизмом импортозамещения в кластерах предопределила комплексность использования методов проведения анализа исследуемой проблемы на базе фундаментальных работ по рефлексивному управлению, импортозамещению, развитию кластеров. В качестве методологической базы исследования выступает системный подход к обобщению и анализу теоретических основ рефлексивного управления импортозамещения. В исследовании применялись методы статистического анализа данных, рефлексивного анализа. Были использованы методы познания (дедукция и индукция, синтез и анализ), систематизации, сравнительного анализа, обобщения, формального моделирования исследуемых процессов, экономического анализа, а также диалектические, историко-логические методы. В рамках кластерной концепции возникает возможность рассматривать механизм импортозамещения в качестве одного из принципов преобразования экономических систем, что позволяет не только изучать их отдельные составные части, но и соединять их воедино. Гипотеза исследования заключается в том, что рефлексивное управление механизмом импортозамещения неотделимо от реализации кластерной стратегии, поэтому применяемый подход в управлении предполагает применение различных моделей управления.

В рамках синергетической парадигмы рефлексивное управление становится системообразующим для кластеров. Рефлексивное управление механизмом импортозамещения выступает измерителем формирования эффективной деятельности в условиях турбулентности, что позволяет координировать процесс оптимизации потоков в кластерах и обеспечивает их адаптацию к динамично меняющейся экономической среде. Целью исследования является поиск форм управления механизмом импортозамещения: раскрываются понятия рефлексивного управления и импортозамещения, обосновывается целесоо-

бразность перехода от традиционного подхода к рефлексивному в управлении механизмом импортозамещения с учетом особенностей развития кластеров. Системный подход к формированию кластеров позволяет рассматривать их как систему, в которой все участники создают кооперационные связи на основе механизма импортозамещения. Проведен анализ региональных промышленных кластеров и выявлены их особенности. Предложено использовать механизм импортозамещения в качестве принципа преобразования экономических систем для соединения воедино в рамках кластерной концепции региональных промышленных кластеров для оптимизации финансового потока предприятий. Проведенные исследования по перспективам приоритетных кластеров Омской области позволили выявить факторы, препятствующие реализации соответствующего направления промышленной политики Российской Федерации в регионах. Результаты исследования позволят реализовать рефлексивное управление механизмом импортозамещения в кластерах.

Рефлексивное управление рассмотрено в научных трудах А. Воеводина, С. Леоненко, Х. Зенгера, Д. Новикова, В. Пелевина, Н. Сайгушева, Ф. Чаусова, А. Чхартисвили и другими учеными.

Механизм импортозамещения представлен в работах Е. Анимиды, П. Анимиды, О. Березинской, А. Брича, А. Ведева, Ю. Вертаковой, А. Глумова, Ф. Листа, Д. Медведева, В. Плотникова, В. Сальникова, М. Сальникова, В. Романовской, Л. Романовской.

Тенденция развития территориально-отраслевых кластеров раскрыта в трудах А.И. Алтухова, Ю.С. Артамоновой, Т.Л. Безруковой, А.В. Брыкина, Ю.Б. Винслава, А.Н. Герасимова, Т.Е. Дмитриевой, Т.Е. Евтодиевой, Т.А. Козенковой, С.С. Морковиной, В.А. Молодых, В.И. Моргунова, М. Портера, Т.А. Прокофьевой, И.О. Проценко, А.В. Стрельцова, Е.А. Стрябковой, Ю.В. Якутина.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках синергетической парадигмы рефлексивное управление становится системообразующим для кластеров. Рефлексивное управление механизмом импортозамещения выступает измерителем формирования эффективной деятельности в условиях турбулентности, что позволяет координировать процесс оптимизации потоков в кластерах и обеспечивает их адаптацию к динамично меняющейся экономической среде. Целью

исследования является выявление социально-экономических аспектов формирования лесопромышленного кластера и поиск форм управления механизмом импортозамещения: раскрываются понятия рефлексивного управления и импортозамещения, обосновывается целесообразность перехода от традиционного подхода к рефлексивному в управлении механизмом импортозамещения с учетом особенностей развития кластеров. Системный подход к формированию кластеров позволяет рассматривать их как систему, в которой все участники создают кооперационные связи на основе механизма импортозамещения. Проведен анализ регионального лесопромышленного кластера и выявлены их особенности. Предложено использовать механизм импортозамещения в качестве принципа преобразования экономических систем для соединения воедино в рамках кластерной концепции региональных промышленных кластеров для оптимизации финансового потока предприятий. Проведенные исследования по перспективам приоритетного лесопромышленного кластера Омской области позволили выявить факторы, препятствующие реализации соответствующего направления промышленной политики Российской Федерации в регионах. Результаты исследования позволяют реализовать рефлексивное управление механизмом импортозамещения в кластерах с учетом социально-экономических аспектов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Практика показывает, что компании, использующие инструменты логистики, включая рефлексивное управление, добились преимуществ перед конкурентами, снизив затраты, связанные с сокращением производственных издержек в области ресурсного потенциала [1,3,4,6,7,9,13]. Кластерная политика на основе механизма импортозамещения формирует такой перечень рассматриваемых целей и задач, которые требуют знаний управленческих социально-экономических аспектов, методов и приемов, технологии производств, экономики, социальных проблем и природопользования. При этом в управленческих вопросах используются формирующие и регулирующие закономерности. Именно благодаря такому подходу кластеры дают возможность использовать современные методы экономической направленности в планировании, разработке стратегий логистики [2,4,8,19].

Для объяснения развития фирмы на основе инноваций Р. Нельсон и С. Уинтер предложили

ее рассматривать как носителя разных типов рутин. В современных условиях критическому анализу подвергаются исследовательские программы, которые недооценивают значимость высокой изменчивости бизнес-среды – теория конкурентных стратегий, ресурсная концепция и др. – и активно разрабатываются более реалистичные динамические подходы – теория фирмы, основанной на знаниях, концепция динамических способностей, экосистемный подход и др. В условиях современного этапа технико-экономического развития большинство внедрений происходило по разработкам зарубежных авторов, в то время как работ по адаптации новых методов к российским реалиям практически нет, что вызывает повышенный спрос на подобные работы.

О необходимости установления прочных организационных связей в логистической цепи для повышения ее общей конкурентоспособности указывают известные специалисты в области логистики Д. Бауэрсокс и Д. Клосс, считая, что сотрудничество ведет к сокращению риска и значительному росту эффективности всего логистического процесса, предотвращает непроизводительные затраты и дублирование действий.

Создание и развитие лесопромышленного кластера Омской области является важной регионально значимой задачей, что обусловлено определением его в качестве одного из ключевых приоритетов развития региона на долгосрочную перспективу, Стратегией социально-экономического развития Омской области до 2025 года [14]. Лесопромышленный кластер сформирован на территории Омской области на базе крупных, средних и малых субъектов предпринимательства лесопромышленного комплекса и объектов технологической инфраструктуры.

Благоприятным фактором, который способствует формированию различных конкурентных преимуществ лесопромышленного кластера Омской области, является наличие определенной опытно-научной базы. Она представляет собой такие научно-образовательные учреждения, как Омский филиал ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», БПОУ «Омский техникум строительства и лесного хозяйства», ФГБУН Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», а также центры подготовки управленческого персонала и повышения квалификации сотрудников компаний-участников кластера.

Данные учреждения являются основой для осуществления различных научно-инновационных исследований и разработок в лесопромышленной сфере и в сфере логистики.

Реальную возможность в формировании полноценного лесопромышленного кластера на территории Омской области представляет наличие потенциала по переработке и производству различной продукции лесного комплекса, а также по производству импортозамещающей продукции [4,8,19] новых видов.

Формирование лесопромышленного кластера Омской области и его дальнейшее развитие представляют собой важный и регионально значимый проект. Это обуславливается включением кластера в Стратегию социально-экономического развития Омской области до 2025 года как один из ключевых приоритетов развития Омской области на долгосрочную перспективу. Лесопромышленный кластер на территории Омской области образован на базе ведущих научно-образовательных учреждений, различных объектов технологической инфраструктуры и крупных лесопромышленных предприятий.

Развитие уже имеющихся и приобретение различных новых компетенций участников кластера предполагается осуществить также за счет реализации определенных совместных инвестиционных проектов одновременно с привлечением предприятий инфраструктуры лесопромышленного кластера.

Основными конкурентными преимуществами лесопромышленного кластера Омской области являются транспортная доступность и близость развивающихся рынков Китайской Народной Республики и Республики Казахстан, выгодное экономико-географическое расположение по осям «запад-восток» и «север-юг».

Также конкурентными преимуществами кластера являются:

- наличие в Омской области необходимой сырьевой базы для создания новых производств с увеличенной добавленной стоимостью;
- лидирующие позиции якорных организаций-участников лесопромышленного кластера;
- наличие в регионе определенных предприятий-производителей специализированного оборудования и техники для лесной промышленности, которые работают с иностранными производителями в сотрудничестве;
- высокая концентрация промышленного

и научно-технического потенциала кластера.

– Участниками кластера являются промышленные предприятия, из которых якорными промышленными предприятиями являются:

– ООО «АВА Компани» – ведущее в Омской области предприятие по лесозаготовке, лесопилению и деревообработке и единственное в Российской Федерации, которое специализируется на глубокой механической обработке березовой древесины;

– ООО НПК «Сибирский Лес» осуществляет выпуск большеформатной березовой фанеры, продукция компании востребована и полностью реализуется на внутреннем рынке.

В состав участников кластера входят предприятия и организации, способные последовательно осуществлять полный цикл работ, начиная от заготовки лесоматериала, его транспортировки, первичной обработки, заканчивая производством высококачественной продукции из экологически чистой древесины: ООО «ОмскЛесТорг»; ООО «Вымпел»; ООО «Транссиблес»; ООО «Полесье»; ИП Шалагин Сергей Александрович; ООО «ОмскЛесТорг»; ООО «ЛесСтрой»; ООО «Омтранс-Сибирь»; ООО «СУ-2012»; ООО «ТермоПолис»; ООО «ПО «СИБЭКТОЭК», Специализированные автономные учреждения Омской области: Большеуковский лесхоз, Васисский лесхоз, Знаменский лесхоз, Крутинский лесхоз, Муромцевский лесхоз, Тарский лесхоз, Тевризский лесхоз, Усть-Ишимский лесхоз и др.

Участники кластера взаимосвязаны совместными научно-техническими и социально-экономическими проектами. Выпуском конечной продукции занимаются 8 промышленных предприятий, в состав которых входят: ООО «АВА Компани»; ООО НПК «Сибирский Лес»; ООО «ОмскЛесТорг»; ООО «Транссиблес»; ИП Лазарев Дмитрий Алексеевич; ООО «ТермоПолис»; ООО «ПО «СИБЭКТОЭК», ООО «Волгоградская-2014».

Совокупная выручка от продаж продукции организаций кластера в 2016 году составила:

- на крупных промышленных предприятиях кластера – 500,3 млн руб.;
- в малых и средних предприятиях – 104,7 млн руб.
- Среднесписочная численность занятых на предприятиях-участниках кластера в 2016 году:
 - на крупных промышленных предприятиях кластера – 630 человек;
 - в малых и средних предприятиях – 70 человек.

В число организаций инфраструктуры кластера входят:

- учебные заведения высшего и среднего профессионального образования – 2;
- объекты технологической и промышленной инфраструктуры – 2;
- некоммерческие и общественные организации – 1;
- финансовые компании – 1.

Ключевыми проблемами существующей системы кооперации участников кластера являются:

- недостаточный уровень развития транспортной инфраструктуры;
- износ основных производственных фондов;
- недостаточно высокая конкурентоспособность промышленной продукции кластера в связи с высокими транспортными издержками.

Кооперационные связи между участниками и организациями инфраструктуры кластера:

1) Образовательные – подготовка и переподготовка кадров на базе образовательных учреждений.

2) Научно-технологические:

- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы на заказ;
- совместные технологические разработки.

3) Производственные:

- выстраивание цепочек технологической переработки лесопромышленной продукции, производства номенклатуры продукции импортозамещения, определенной Минпромторгом России;

- лесозаготовка и поставка древесины для деревообрабатывающих предприятий;
- переработка древесных отходов для обеспечения древесным топливом северных районов Омской области;
- оказание услуг лесозаготовки.

Структура выпускаемой предприятиями лесопромышленного кластера Омской области продукции представлена 4 укрупненными группами товаров: лесозаготовка, деревообработка, мебель и древесное топливо. Основными видами продукции ЛПК являются пиломатериалы, фанеры клееная, ДСП, ДВП, ЧМЗ, биотопливо, паркет, мебель. Основными потребителями лесопромышленной продукции являются предприятия, производящие мебель, фанеру, древесное топливо и другое.

Например, такой участник кластера, как ООО «АВА Компани», является лидером ле-

сопромышленного комплекса Омской области, что может быть подтверждено широкой географией распространения продукции, которая поставляется различным региональным поставщикам, а также одной из крупнейших в мире торговых сетей по продаже мебели и товаров для дома – IKEA, поскольку основной ассортимент выпускаемой продукции представлен продуктами глубокой обработки березы: высокосортные пиломатериалы, мебельный щит, мебельные заготовки, мебель и ее компоненты, высококачественный паркет.

Кроме того, такие участники, как ООО НПК «Сибирский Лес», ООО «Вымпел», ООО «Транссиблес», ООО «ОмскЛесТорг», ООО «Омтранс-Сибирь» и другие, являются первыми среди современных предприятий Западной Сибири по производству шпона, фанеры, пиломатериалов и прочих деревянных строительных конструкций и столярных изделий. Продукция успешно распространяется на всей территории Сибири и Дальнего Востока, на Урале, в Центральном и Южном районах Российской Федерации, а также в Казахстане, что даёт положительные прогнозы на сбыт продукции ЛПК.

Среди зарубежных партнеров можно выделить потребителей из Венгрии, Вьетнама, Казахстана, Армении, Австрии, США, Канады, Южной Кореи, Японии, Англии, Италии, Нидерландов, Германии, Швеции. Благоприятным фактором для увеличения поставок в Китай является закон о запрете вырубki лесов во многих его районах.

Производство древесного топлива (щепа, пеллеты) пользуется очень большим спросом на внутреннем российском рынке, а также на рынках стран ближнего зарубежья и Европы.

Перевод котельных северных районов Омской области на древесное топливо позволит снизить транспортные затраты на доставку горюче-смазочных материалов из других регионов и перейти на продукцию переработки отходов лесозаготовки, которая составляет около 50% на местах вырубki, и построить цикл безотходной лесозаготовки.

В связи с вводом в большинстве европейских стран жестких ограничений на использование минеральных видов топлива и угля отчетливо просматривается устойчивый рост использования альтернативных энергоресурсов. Их доля в топливном производстве, согласно законодательству стран ЕС, должна постоянно возрастать вплоть до 2020 года. В некоторых странах Европы отношение использования возобновляемых источников к

традиционным видам топлива скоро будет составлять 1:1.

Участники кластера производят также пиломатериалы, занимаются переработкой и заготовкой древесины. Развитие рынка в данной сфере зависит главным образом от состояния потребляющих отраслей, а именно – производства мебели и фанеры.

В целом обработка древесины и производство изделий из дерева показывает дефицит сырья, однако проблем с поставками не было. Исторически сложился спрос на древесное сырье со стороны крупных российских и зарубежных производителей продукции деревообработки. Многоснежная и холодная зима 2015-2016 годов выступила не только гарантом спроса на строительство, но и всячески способствовала активному пользованию зимних лесных дорог (зимников), увеличивая срок эксплуатации лесных магистралей и, соответственно, сроки и возможности транспортировки заготовленной древесины. Традиционно около 70% заготовок древесины приходится именно на зимний период, что обеспечивает стабильный интерес к наращиванию производительности в первую половину года, так как самый пик спроса на лесоматериалы приходится именно на строительный сезон.

Долгосрочное развитие рынка лесопромышленной продукции будет обусловлено успешностью реализации целевых программ в области лесной промышленности. Если данные программы будут эффективны, объем рынка к 2020 году может вырасти в несколько раз. При этом увеличение будет происходить за счет роста отечественного производства, доля импортной продукции останется приблизительно на том же уровне.

Стоит также учесть, что по данным «Карты кластеров России» РФ находится всего 5 кластеров лесной промышленности, 3 из которых расположены в Западной части, один в Якутске и ближайший к Омску – в Ханты-Мансийске. Данная ситуация положительно влияет на развитие Омского лесопромышленного кластера.

Продукция кластера также активно поставляется на рынки более чем 10 стран ближнего и дальнего зарубежья, в состав которых входят Финляндия, Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Азербайджан, Китай, Армения. В настоящее время наиболее перспективными зарубежными рынками для реализации продукции якорных предприятий кластера являются рынки Республики Казахстан и КНР. Причем Китай является неизменным лидером

по импорту круглого леса, пиломатериалов и целлюлозы из России.

На долю Сибирского федерального округа приходится более 10% мировых запасов древесины и лишь 2,5% мировой лесопроductии на экспорт, что свидетельствует об имеющихся крупнейших резервах для развития лесопромышленного комплекса. Если сравнить Финляндию, то имея всего 0,5 % мировых запасов, она обеспечивает 10-12% мирового экспорта лесобумажной продукции.

Текущая макроэкономическая ситуация благоприятна российским экспортёрам, так как позволяет увеличить прибыль за счёт низкой себестоимости производства и относительно высокой цены продажи (в рублёвом выражении). Достижение такой ситуации стало возможно благодаря девальвации рубля и стабильной внутренней макроэкономической ситуации, прежде всего, низкой инфляции. Кроме того, внутренняя макроэкономическая стабильность позволяет прогнозировать свою производственную и сбытовую деятельность на длительную перспективу.

Целью развития лесопромышленного кластера Омской области является увеличение конкурентоспособности лесопромышленного комплекса Омской области, формирование и дальнейшее развитие современных деревообрабатывающих производств Омской области за счет обеспечения в полной мере лесозаготовки и внутренних потребностей области различной продукции лесопромышленного кластера и замещения экспорта сырья непосредственно на экспорт конечных продуктов, имеющих высокую добавленную стоимость. К приоритетным задачам, которые обеспечат достижение поставленной цели, относятся:

1. Разработка различных проектов дальнейшего развития кластера и инвестиционных программ.
2. Организация повышения квалификации, переподготовки и подготовки кадров.
3. Мониторинг состояния производственного, научного и инновационного потенциала.
4. Координация деятельности организаций-участников кластера.
5. Увеличение производства различной промышленной продукции предприятий, являющихся участниками кластера.
6. Увеличение доли продукции с высокой добавленной стоимостью, которые реализуются участниками кластера.
7. Рост технологического уровня всех промышленных предприятий-участников кластера и модернизация их производства.

8. Увеличение производства импортозамещения продукции в различных стратегических промышленных отраслях Российской Федерации.

9. Вывод на рынок новейшей высокотехнологичной продукции участников кластера.

10. Формирование определенных условий, необходимых для роста числа субъектов среднего и малого предпринимательства, занимающихся производством лесопромышленной продукции.

11. Введение системы контроля безопасности и качества лесопромышленной продукции, производимой на территории Омской области.

Приоритет развития кластера сконцентрирован на увеличении уровня различных кооперационных связей среди участников лесопромышленного кластера Омской области и увеличении уровня конкурентоспособности предприятий на внешнем и внутреннем рынках также за счет реализации производства импортозамещающей продукции.

Таким образом, развитие лесопромышленного кластера Омской области, в том числе реализация различных проектов предприятий-участников кластера, даст возможность укрепить имеющиеся лидирующие позиции участников благодаря введению новейших технологий, увеличению добавленной стоимости, которая создается непосредственно участниками кластера.

Основными рисками для всех участников лесопромышленного кластера являются высокий уровень износа транспортной коммунальной и инженерной инфраструктуры, дефицит высококвалифицированных кадров, а также низкая отраслевая инвестиционная активность.

Перспективы организационного развития лесопромышленного кластера Омской области будут связаны с расширением числа участников кластера за счет привлечения к сотрудничеству новых промышленных предприятий, научно-исследовательских и научно-образовательных учреждений, а также объектов технологической и промышленной инфраструктуры.

В период до 2021 года увеличение количества участников промышленного кластера будет осуществлено за счет привлечения для участия в работе кластера не менее 10 новых промышленных предприятий и расширения состава участников кластера за счет привлечения к работе финансовых, венчурных, сервисных организаций, а также региональных объединений предпринимателей.

В перспективе в ходе расширения участников лесопромышленного кластера Омской области будет изменяться состав специализированной организации кластера в части увеличения количества участников кластера, входящих в Правление специализированной организации кластера.

Задачей специализированной организации кластера станет разработка специальных программ финансирования для участников кластера и механизмов государственно-частного партнерства, а также оказания комплексной информационно-консультационной поддержки участников кластера в ходе реализации их совместных проектов.

Министерство природных ресурсов и экологии Омской области, министерство экономики Омской области, а также министерство промышленности, транспорта и инновационных технологий Омской области, являясь исполнительными органами государственной власти Омской области, в пределах своих компетенций будут осуществлять государственную политику в части предоставления субсидий организациям кластера в соответствии с приоритетами его развития и информирование организаций о существующих мерах поддержки; стимулирования повышения эффективности перерабатывающих производств и содействия технологической модернизации перерабатывающих организаций; создания благоприятного инвестиционного и бизнес-климата для привлечения прямых иностранных инвестиций (ПИИ) и компаний-переработчиков в кластер; стимулирования процесса ускоренного обновления основных фондов организаций кластера; осуществления межотраслевого регулирования и координации деятельности организаций научно-исследовательской сферы по разработке и внедрению научных разработок в экономику региона.

Исполнительными органами государственной власти Омской области будет обеспечиваться устранение административных барьеров и инфраструктурных ограничений, в связи с чем, важной задачей по стимулированию инвестиционного процесса является оценка характера перспективных требований, выдвигаемых инвесторами, и формирование соответствующих условий для их привлечения в экономику региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективы развития лесопромышленного кластера Омской области напрямую зависят от построения устойчивых кооперацион-

ных связей между его участниками, в связи с чем формирование и реализация программы развития рассматриваемого кластера осуществляется в соответствии с приоритетами развития промышленной и кластерной политики Российской Федерации на основе мероприятий по развитию производственной базы Лесопромышленного кластера.

В целях развития промышленного потенциала участников Лесопромышленного кластера необходимо реализовывать следующие мероприятия:

1) проведение прикладных НИОКР с целью разработки новых перспективных видов промышленной продукции, а также налаживание кооперационных связей с существующими в Омской области объектами инновационной и промышленной инфраструктуры;

2) развитие производственного потенциала и производственной кооперации между участниками кластера, в том числе за счет развития технологической, промышленной, информационно-коммуникационной, транспортно-логистической и социальной инфраструктуры;

3) развитие системы подготовки и повышения квалификации рабочих, инженерно-технических и управленческих кадров.

К основным перспективам развития лесопромышленного кластера Омской области относятся:

- увеличение объемов выпускаемой и реализуемой продукции, в том числе импортозамещающей;

- расширение географии рынков сбыта промышленной продукции участников кластера;

- увеличение доли производства инновационной продукции с максимальным числом переделов;

- внедрение безотходных и ресурсосберегающих технологий и рециклинга;

- увеличение притока прямых инвестиций в экономику Омской области, в том числе и иностранных;

- увеличение добавленной стоимости, создаваемой участниками кластера;

- обеспечение кластера в научных, инженерно-технических, управленческих, рабочих кадрах за счет внутрикластерной кооперации и вовлечения в работу кластера образовательных учреждений высшего и среднего звена;

- создание современной инфраструктуры в рамках кластера;

- формирование межрегионального производственно-логистического лесопромышленного кластера.

Развитие социальной инфраструктуры предполагает строительство и приобретение мобильных жилых комплексов, предназначенных для размещения рабочих и специалистов, привлекаемых для работы на места лесозаготовки лесопромышленного кластера временно или на постоянной основе, что позволит создать благоприятные условия для привлечения высококвалифицированных кадров.

Развитие транспортно-логистической инфраструктуры будет связано со строительством и реконструкцией ключевых объектов транспортной инфраструктуры: региональных, муниципальных и лесовозных дорог, созданием сети современных оборудованных терминалов.

Реализация совместных проектов участников лесопромышленного кластера Омской области в перспективе будет способствовать не только расширению номенклатуры промышленной продукции, но и расширению географии субъектов Российской Федерации, на промышленных рынках которых будет представлена продукция участников данного кластера.

Перспективными направлениями для развития промышленного потенциала лесопромышленного кластера являются увеличение глубокой переработки древесины, расширение номенклатуры выпускаемой продукции, повышение эффективности хозяйственной деятельности участников кластера, а также расширение рынка в странах Азии и обеспечение избыточным сырьем российских фанерных производств (Тавдинский фанерный комбинат, Тюменский фанерный комбинат и другие). Перечисленные мероприятия по развитию лесопромышленного кластера позволят оптимизировать процессы импортозамещения.

Методические рекомендации и анализ опыта формирования кластерных моделей в лесопромышленном комплексе, формирование подходов к интеграции и управления интегрированным взаимодействием участников цепей поставок и партнеров по бизнесу в ЛПК России позволили определить направления развития Лесопромышленного кластера Омской области с учетом специфики процесса государственного регулирования участников кластера на основе ГЧП с целью импортозамещения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Enhancing the Innovative Performance of Firms: Policy Options and Practical Instruments. –United Nations. – ECE/CECI. CR2008. – Geneva, 2008

2. Анимца Е.Г., Анимца П.Е., Глумов А.А. Импортозамещение в промышленном производстве региона: кон-

цептуально-теоретические и прикладные аспекты // Экономика региона. 2015. № 3. С. 163 – 164.

3. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок [Текст] : пер. с англ., 2-е изд. М. : Олимп-Бизнес, 2008. 640 с.

4. Березинская О.Б., Ведев А.Л. Производственная зависимость российской промышленности от импорта и механизм стратегического импортозамещения // Вопросы экономики. 2015. № 1. С. 103 – 115.

5. Леоненко С. Рефлексивное управление противником // Армейский сборник. № 8. 1995.

6. Лефевр В. А. Конфликтующие структуры. М. : Высшая школа. 1967.

7. Дыбская В.В. [и др.]. Логистика. Интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок [Текст], под ред. проф. В.И. Сергеева. М. : Эксмо, 2008. 944 с.

8. Медведев Д.А. Социально-экономическое развитие России: обретение новой динамики // Вопросы экономики. 2016. № 10. С. 5 – 30

9. Новиков Д.Т., Хаиров Б.Г. Рефлексивное управление в формировании финансовых результатов сотрудничества властных и предпринимательских структур // Вестник СибАДИ. № 2(42) Омск. 2015. С. 139 – 144.

10. Отраслевые планы по импортозамещению, разработанные Министерством промышленности и торговли Российской Федерации (Приказы Министерства промышленности и торговли Российской Федерации).

11. Постановление Правительства Российской Федерации № 41 от 28 января 2016 г. «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий участникам промышленных кластеров на возмещение

части затрат при реализации совместных проектов по производству промышленной продукции кластера в целях импортозамещения»

12. Постановление Правительства Российской Федерации № 779от 31 июля 2015 г. «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров»

13. Проценко О.Д., Проценко И.О. Логистика и управление цепями поставок – взгляд в будущее. М. : Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Российской Федерации, 2012. 192 с.

14. Указ Губернатора Омской области №93 «Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2025 года»

15. Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. N 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации»

16. Хаиров Б.Г. Логистические потоки взаимодействия власти и бизнеса в развитии многосторонних партнерств. Российское предпринимательство. 2013. № 7(229). С. 18 – 24.

17. Хаиров Б.Г. Формирование взаимодействия предпринимательских и властных структур : монография, Омск. Ин-т (фил.) РГТЭУ. 2010. 142 с.

18. Хаирова С.М., Хаиров Б.Г. Логистика сотрудничества : монография // AVM – Akademische Verlagsgemeinschaft München. 2013. 58 p.

19. Шумаев В., Морковкин Д. Импортозамещение как стратегическое направление инновационно индустриального развития экономики России // РИСК : Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2014. № 4. С. 123 – 126.

SOCIAL AND ECONOMIC ASPECTS OF FORMING THE FOREST INDUSTRIAL CLUSTER OF THE OMSK REGION ON THE BASIS OF THE IMPORT SUBSTITUTION MECHANISM

S.M. Khairova, B.G. Khairov

ANNOTATION

In modern conditions of globalization, there is a need to introduce effective integration form in the domestic economy as clusters. Existing methods of managing the formation of cluster structures in the regions of Russia have their own characteristics in conditions of turbulence and external influences. In modern science, the issue of identifying priority system-forming elements that form the core of the development and interaction of economic entities in the region has not been adequately addressed. At present, the problems of creating an innovative instrument for managing cluster structures in the regions of the Russian Federation are becoming topical. The timber industry complex has a national economic significance for Russia. In the article prospects of organizational development of an industrial cluster are considered. The key domestic and foreign markets and the main consumers of industrial cluster products are researched. The characteristics of the current state of the industrial potential of the members of the timber industry cluster are given. Prospects for the development of the Timber Industry Cluster of the Omsk Region have been identified, which directly depend on the construction of sustainable cooperative ties. The socio-economic aspects of the formation of the timber industry cluster of the Omsk Region are considered. The peculiarities of import substitution in clusters are revealed. It is assumed that effective use of the import substitution mechanism will allow to optimize the interaction of the economic entities of the region on the basis of the priority economic cluster, which will lead to an increase in the social and economic efficiency of the regions of Russia and will help to smooth the gap between the development of the regions.

KEYWORDS: import substitution, reflexive management, timber industry complex of Omsk region, social and economic aspects.

REFERENCES

1. Enhancing the Innovative Performance of Firms: Policy Options and Practical Instruments. – United Nations. – ECE / CECI. CR2008. – Geneva, 2008
2. Animitsa E.G., Animitsa P.E., Animitsa A.A. Glumov Import substitution in the industrial production of the region: conceptual, theoretical and applied aspects [Import substitution in industrial production of the region: conceptual-theoretical and applied aspects]. The Economy of the Region [Economy of the region], 2015, no. 3. pp. 163 – 164.
3. Bowersox D., Closs D. Logistics: integrated supply chain [Logistics: integrated supply chain], Moscow, Olimp-Business, 2008. 640 p.
4. Berezinskaya O.B., Vedev A.L. Industrial dependence of Russian industry on imports and the mechanism of strategic import substitution [Industrial dependence of Russian industry on imports and the mechanism of strategic import substitution]. Issues of Economics [Issues of Economics], 2015, no. 1. pp. 103 – 115.
5. Leonenko S. Reflective control of the enemy [Reflective control of the enemy]. The Army Collection [Army collection], no. 8, 1995.
6. Lefevre VA Conflicting structures [Conflicting structures]. Moscow, High school, 1967.
7. Dybskaya V.V. [and others]. Logistics. Integration and optimization of logistics business processes in supply chains [Logistics. Integration and optimization of logistics business processes in the supply chain], Moscow, Eksmo, 2008. 944 p.
8. Medvedev D.A. Socio-economic development of Russia: finding new dynamics [Social and economic development of Russia: finding new dynamics]. Issues of economics [Questions of the economy], 2016, no 10. pp. 5 – 30
9. Novikov D.T., Khairov B.G. Reflexive management in the formation of financial results of cooperation between power and entrepreneurial structures [Reflexive management in the formation of financial results of cooperation between power and business structures], Vestn. SibADI, Omsk, 2015. pp.139 – 144.
10. Sectoral plans for import substitution, developed by the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation (Orders of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation) [Sectoral plans for import substitution, developed by the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation (Orders of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation)].
11. Decree of the Government of the Russian Federation No. 41 of January 28, 2016 «On Approval of the Rules for Granting Subsidies from the Federal Budget to Participants of Industrial Clusters to Reimburse Part of the Costs in the Implementation of Joint Projects for the Production of Industrial Cluster Products for Import Substitution» [On Approval of the Rules for Granting Subsidies from the Federal Budget to Participants of Industrial Clusters to Reimburse Part of the Costs in the Implementation of Joint Projects for the Production of Industrial Cluster Products for Import Substitution].
12. Resolution of the Government of the Russian

Federation No. 779 of July 31, 2015 «On Industrial Clusters and Specialized Organizations of Industrial Clusters» [On Industrial Clusters and Specialized Organizations of Industrial Clusters].

13. Protchenko O.D., Protchenko I.O. Logistics and supply chain management – a glance into the future [Logistics and supply chain management – a look into the future], Moscow, Ros. acad. b. hoz-va and state. service under the President of the Russian Federation. 2012. 192 p.

14. The decree of the Governor of Omsk region №93 «Strategy of social and economic development of Omsk region till 2025» [Strategy of social and economic development of Omsk region till 2025].

15. Federal Law of December 31, 2014 no. 488-FZ «On Industrial Policy in the Russian Federation»

16. Khairov B.G. Logistic flows of interaction of power and business in the development of multilateral partnerships [Logistic flows of interaction between government and business in the development of multilateral partnerships], Russian Entrepreneurship. 2013. no. 7(229), pp. 18-24.

17. Khairov B.G. Formation of interaction of entrepreneurial and power structures [Formation of interaction of entrepreneurial and power structures], monograph, Omsk, Institute of Philology, 2010. 142 p.

18. Khairova S.M., Khairov B.G. Logistics cooperation [Logistics cooperation: monograph], monograph, AVM – Akademische Verlagsgemeinschaft München, 2013. 58 p.

19. Shumaev V., Morkovkin D. Import substitution as a strategic direction of innovatively industrial development of the Russian economy [Import substitution as a strategic direction of innovatively industrial development of the Russian economy]. RISK, 2014, no. 4. pp. 123 – 126.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хаирова Саида Миндуалиевна (г. Омск, Россия) – доктор экономических наук, профессор, директор института магистратуры и аспирантуры, заведующий кафедры «Управление качеством и производственными системами» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», (644005, г. Омск, проспект Мира, д.5, e-mail: saida_hairova@mail.ru).

Khairova Saida Mindualievna (Omsk, Russia) - Doctor of Economics, Professor, Director of the Institute of Magistracy and Postgraduate Studies, Head of the Department «Quality Management and Production Systems» FGBOU VO «Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)», (644005, Omsk , Prospect Mira, 5, e-mail: saida_khairova@mail.ru).

Хаиров Бари Галимович (г. Омск, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы и кредит», заместитель директора по научной работе Омского филиала Финансового университета при Правительстве РФ, (644001, г. Омск, ул. Масленникова, д.43, e-mail: hajrov@bk.ru).

Khairov Bari G. (Omsk, Russia) - PhD, Associate Professor of «Finance and Credit», Deputy Director for Research of the Omsk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation (644001, Omsk, ul. Maslennikov, d.43. e-mail: hairov@bk.ru).

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ

Т.В. Чибикова
ФГБОУ ВО «ОмГТУ», г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Тема, рассматриваемая в данном исследовании, актуальна, поскольку управленческое консультирование является востребованным, развивающимся видом деятельности, спрос на услуги которого растут с каждым годом. В статье рассмотрена классификация методов в управленческом консультировании, базирующаяся на основе этапов консультационного процесса. Выявлены особенности разнообразия методов консультирования. Также были выделены основные группы и виды методов управленческого консультирования. Сделан вывод о необходимости совершенствования методов и методик управленческого консультирования на российском рынке.

Рассмотрены существующие сметы оценки эффективности с точки зрения многообразия возможных результатов консультационной услуги.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения предложенных классификаций в разработке конкретной консалтинговой услуги и оценки результатов услуги в практической деятельности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управленческий консалтинг, организационная диагностика, эффективность методов организационной диагностики, опрос экспертов, стандартное отклонение, коэффициент вариации, затраты в управленческом консалтинге, результаты организационной диагностики, гистограмма.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время активизация рыночных отношений в России и во многих зарубежных странах, глобализация рынка и одновременно явное выражение национальных особенностей региональных рынков привели к интенсивному развитию относительно новой сферы деятельности управленческого консультирования. Развитие услуги управленческого консультирования в российских регионах происходит в сложных экономических условиях, но тем не менее со стороны предпринимателей возникает осознание необходимости использования консультационных услуг, что способствует росту спроса на консультационную деятельность.

По результатам многочисленных исследований в области управленческого консультирования, существует мнение специалистов в данной области, что на отечественном рынке услуг в сфере управленческого консультирования заложены существенные перспективы развития и резервы роста. Исследования и разработки в данной сфере деятельности, новые методики и технологии являются одним из основных факторов в принятии решений для различных задач компании, связанных с рыночной деятельностью, системой контроля,

управления персоналом, финансовыми стратегиями и др.

Консультационные услуги предлагаются в виде определенных методологических подходов. Наиболее распространенными являются следующие методологические подходы к консультированию: экспертный, процессный и обучающий. На практике, как правило, применяется комбинация всех трех подходов. Выбирая тот или иной подход, или несколько сразу консалтинговая компания должна отталкиваться от эффективности их применения на практике.

Любую консалтинговую компанию, а также заказчиков консалтинговых услуг интересует в первую очередь вопрос эффективности применяемых методов. Тем не менее серьезно разработанных методик оценки эффективности методов на сегодняшний день пока не существует. Именно по этому научная мысль и практическая требуют создания подобных методик, чтобы быстрым и оптимальным способом установить эффективность и сделать выбор в пользу того или иного метода с наименьшими затратами ресурсов компании.

В современной экономической науке существуют неизученные вопросы в теории сферы услуг, связанные с разнообразием вариантов интерпретации как самого определе-

ния «услуга», так и понятия «управленческое консультирование». В результате чего анализ сравнительной эффективности методов управленческого консультирования является следствием длительных теоретико-практических дискуссий современного периода о роли и месте сферы услуг в современном обществе.

Теоретическим и практическим вопросам при выборе того или иного метода управленческого консультирования посвящен значительный объем научных исследований российских и зарубежных авторов. Труды зарубежных исследователей рассматривают различные проблемы данной сферы относительно условий, сложившихся на рынке, и затрагивают общие аспекты теории и методологии управленческого консультирования, проблемы повышения экономической эффективности методов управленческого консультирования в макроэкономическом регулировании, форм организации процесса управленческого консультирования. Особая роль в разработке этих вопросов принадлежит трудам И.Ансоффа [7], Дж.С. Джонсона, М. Кендалла, М. Кубра, В. Липидуса [18], Д. Майстера [24], К. Макхэма [26], М. Мескона [27], А. Субетто [29], Р. Блейка [1], В.А. Каска [2], К. Келли [2], Д. Надлера [4], М. Тушмана [1], Р. Лайкерта [3] и ряда других авторов.

В отечественной экономической литературе исследование проблем управленческого консультирования связано с именами Е.А. Алпатовой [6], В.И. Алешниковой [5], В.В. Бандурина [8], Э. Бейч [9], Е.В. Бережной [10], А.О. Блинова [11,12], Н.В. Гарашкина [13], О.К. Елмашева [14], М. А. Иванова [15], Е.И. Зайцевой, Ю.В. Зориной, В.Н. Клочкова, П.В. Куренкова, Д.Ю. Кардаш [16], Ю.Н. Лапыгина [19], С.А. Липатова [20], А.Е. Лузина [21, 22], Я.А. Лейманна [33], В.Ю. Лукинского, Ж.А. Макаровой [24, 25], В.С. Наумова, А.И. Озиры [22], В.Ф. Перчика, А.П. Посадского, А.И. Пригожина [28], В.Д. Речина [29], В.И. Сергеевой, С.А. Уваровой, В.Ф. Уколовой, М.Я. Хабакука [32,33], А.Н. Чекмаревой, Р.К. Юксвярав [33] и других авторов. Их публикации посвящены как изучению и анализу зарубежного опыта организации управленческого консультирования, так и дальнейшему развитию различных методологических и прикладных аспектов управленческого консультирования, в том числе вопросам анализа сложившейся ситуации в данной сфере в России, обеспечения качества услуг и оценки эффективности современных методов консультационной деятельности.

Таким образом, в современной исследовательской практике накоплен значимый опыт в области разработки теоретических аспектов в области управленческого консультирования. Однако следует выделить ряд вопросов, которые продолжают оставаться недостаточно изученными, а именно:

- не в полной мере сформулированы теоретико-методологические основы исследования сферы управленческого консультирования;
- не обозначена специфика управленческого консультирования как экономической деятельности;
- не выявлена сущность рынка управленческих услуг;
- не сформулировано общее понимание состояния современного рынка управленческих услуг на федеральном и региональном уровнях;
- не выявлены направления регулирования рынка услуг управленческого консультирования;
- не сформулирована методика выбора наиболее эффективного метода в управленческом консультировании.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Управленческое консультирование, как и любая другая область экономической науки, содержит в себе значительное количество различных методов, методик, подходов, а также приемов и стилей.

Данное разнообразие дает возможность клиентам с самыми неординарными и специфическими вопросами в конечном итоге получить такого консультанта, который отвечает особенностям именно их организации и специфики их проблем. Тем не менее консультированию присуще не только разнообразие, но и существенное единство принципов и методов. Некоторые из них являются фундаментальными, ими пользуется значительное число консультантов.

В практической деятельности достаточно распространенным является использование консультантами различных методологий, методов и технологий без разграничения данных понятий, что в свою очередь может ввести в заблуждение консультанта при решении какой-либо управленческой задачи в компании. Поэтому рекомендуется изучать каждое из перечисленных понятий в отдельности.

Методология является обширным понятием в консалтинге. Под данным термином понимается системное, целостное понимание

подходов, принципов, методов действия в определенной сфере деятельности человека, например в методологии науки, обучения, консультирования.

Методология консультирования в практической деятельности воплощается:

1. в исследованиях и анализе проблем и разработке решений;
2. во взаимодействии с сотрудниками организации заказчика с целью внедрения предложенных решений.

Понятие технологии в управленческом консультировании представляет собой некую совокупность методов, способов, приемов реорганизации предмета труда в продукт труда с использованием определенных технических и программных средств, а также установленную последовательность действий, этапов, фаз, операций, переходов, выполняющих в практике данное преобразование. Структуру технологии в управленческом консультировании можно рассмотреть на рис. 1.

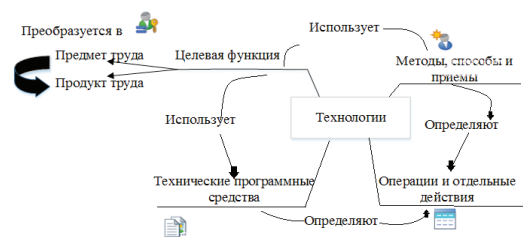


Рисунок 1 – Структура технологии в консультировании [31]
Illustration 1 – Technological structure in the consultation process

Технологии существуют в производственной, операционной и интеллектуальной деятельности человека. Они реализуются в рамках принятой методологии на уровне развития средств труда.

Технологии консультирования по большей части являются ноу-хау и коммерческой тайной консалтинговой фирмы или конкретного консультанта.

Понятие «метод» в системе менеджмента представляет собой определенную совокупность приемов и способов воздействия на управляемый объект для достижения поставленных целей.

Под методом именно в управленческом консультировании принимается план действий консультанта, сформированный на основе

обобщенного опыта результативных консультаций данного вида, позволяющий выработать соответствующую программу действий.

Таким образом, можно сделать вывод, что управленческое консультирование тесно переплетается с системой менеджмента, где активно применяют методы, созданные в таких науках, как социология, психология, статистика, математика и др. Данная группа методов включает интервью, опросы, тестирования, синтез, прогнозирование, наблюдения, групповую работу, деловые игры, экспертные оценки, мозговой штурм, дерево целей, граф проблем и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Классификация методов консультирования позволяет реализовать быстрый поиск, отбор и эффективное использование тех методов, которые в большей степени соответствуют характеру проблем организации заказчика, существующим технологиям консультирования и исследуемой ситуации. Каждый консультант, специализирующийся в определенной области, использует свое восприятие возможности решения проблем заказчика, что говорит о большом выборе методического инструментария. Поскольку методы лежат в основе конкурентных преимуществ консультанта, то они являются коммерческой тайной, но могут оказаться доступными заказчику по мере их использования в процессе предоставления консалтинговой услуги.

В управленческом консультировании методы можно классифицировать по самым различным критериям, которые выбирает консультант, основываясь на специфике работы в компании и спектра задач, которые необходимо решить.

С развитием процессного консультирования стали внедряться методы вовлечения заказчика в процесс работы над проектом. Ниже приведена классификация методов по двум крупным категориям критериев – технические (методы решения содержательной части проблемы) и человеческие (методы создания взаимоотношений, благоприятных для проведения изменений).

На рисунке 2 представлена структура системы методов управленческого консультирования, в основе которой положены технические и человеческие аспекты управленческого консультирования, которые также формулируют как социальные методы.

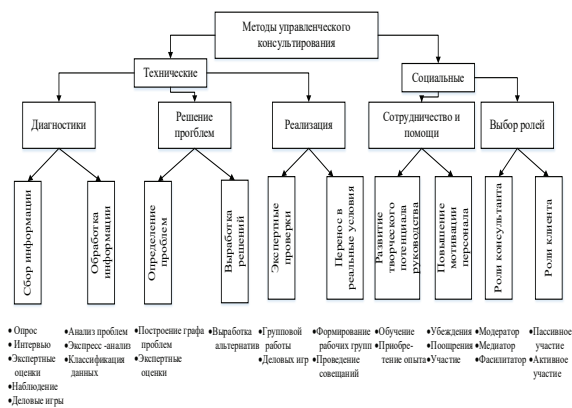


Рисунок 2 – Классификация методов в управленческом консультировании [32]
Illustration 2 – Methods' classification in the management consulting

Рассмотрев подробно классификацию методов, можно заметить, что основой данной классификации является консультационный процесс.

Выделение групп методов по этапам консультационного процесса является один из самых распространенных подходов к классификации. Консультационный процесс представляет собой совместную деятельность консультанта и клиента с целью решения задач и осуществления желаемых изменений у последнего. Существует множество различных моделей процесса консультирования, которые содержат от трех до десяти фаз.

Практическая работа консультантов Всероссийского центра охраны и производительности труда по применению прогрессивных и зарубежных методов организационного развития и повышения производительности позволила наметить пять основных этапов консультационного процесса, примерную их продолжительность, состав работ и цели, достигаемые на каждом этапе [19].

Рассмотрим данные этапы немного подробнее в таблице 1.

Таблица 1
ЭТАПЫ КОНСУЛЬТАЦИОННОГО ПРОЦЕССА
Table 1
CONSULTING PROCESS' PERIODS

Этап	Описание
Подготовка	Длительность этапа составляет от 2 – 4 дней. На данном этапе происходит знакомство с потенциальным клиентом, предварительная постановка проблем, заключение договора. Результатом является выявление потребности руководства к проведению изменений, а также первоначальное изменение областей
Диагностика	Длительность этапа около 3 недель. В процессе диагностики проводится экспресс-анализ деятельности и составляется краткий отчет для клиента. По завершению данного этапа консультант выявил проблему и структуризацию проблемного поля и определил возможность решения проблем
Выбор проблем и формирование организационной структуры	Длительность составляет от 1,5 до 2 недель. В ходе данного этапа выбираются совместно с клиентом основные проблемы для консультирования, формируется организационная структура для разработки и реализации программ. Целью является определение наиболее актуальных проблем, поддающихся решению силам клиента и подбор членов организационной структуры для эффективного решения проблем
Разработка и реализация программ	Этап является наиболее емким по времени и длится от 8 до 10 месяцев. Здесь разрабатывается программа и детальные планы (графики), обучаются члены проблемных групп, реализуется программа и планы, ведется контроль за ходом реализации. В результате данного этапа решаются конкретные задачи повышения производительности, изменяется уровень организационного развития клиентской организации, а также повышается уровень адаптивных возможностей организации к изменениям внешней среды
Завершение	Этап завершения длится около месяца. В ходе данного этапа составляется итоговый отчет с оценкой полученных результатов, консультант уходит с компании либо заключает новый договор на оказание услуг. Конечная цель этапа – это оценка полученных результатов и определение направления дальнейшей работы

На основе данных этапов можно выделить следующую группу методов, направленных на решение ряда задач в компании:

1. Методы организационной диагностики. Данная группа методов направлена на выявление организационных проблем и подбора способов их решения. Главной задачей является оказать помощь руководителю определиться с тем, какие проблемы существуют у организации и выявить перспективы развития. В основе методов организационной диагностики возникает два подхода. Первый подход заключается в том, что руководитель предприятия выбирает из предложенного списка организационные патологии, которые чаще всего встречаются в практике и являются наиболее опасными. Другой подход методов организационной диагностики основывается на анализе управленческих решений. Существуют специальные методики, позволяющие систематизировать задания, документированные различными способами.

Методы организационной диагностики включают в себя следующие этапы:

Первый этап:

- глубинное диагностическое интервью с клиентом;
- организационная самодиагностика;
- диагностический семинар;
- диагностическое наблюдение;
- экспертный анализ внешних угроз, а также сильных и слабых сторон организации компании.

Во время второго этапа с консультантом проводятся следующие действия:

- проведение анализа управленческих решений;
- проведение анализа соответствия управленческих решений стратегическим целям компании;
- измерение уровня управляемости в организации;
- проведение анализа осуществляемости решений;
- определение преобладающего типа управленческих решений.

Третий этап включает в себя проведение диагностического интервью с ключевыми и важными сотрудниками компании с учетом их позиционности в компании.

Завершающий четвертый этап заключается в составлении отчета о проведенной диагностике, описании корневых проблем организации, и их причинно-следственных связей.

2. Методы решения проблем. Суть методов решения проблем заключается в осоз-

нании и установлении причин затруднений и имеющихся возможностей их преодоления. К признакам наличия проблем в организации можно отнести большое количество различных факторов, которые и вызывают эти самые проблемы. Выявление таких факторов позволяет определить общие проблемы в данной организации. Для более детального анализа существующих проблем необходимо собрать предварительную информацию, касающуюся состояния внешней и внутренней среды организации. Таким образом целесообразно выделить следующие виды методов:

– метод дерева целей. Основан на идее системного анализа существующих проблемных ситуаций и рекомендует использовать иерархические структуры, полученные через разделение единой генеральной цели на подцели. Данный метод используется для анализа проблемной ситуации и наглядного оформления результатов проведенного анализа;

– метод графа проблем применяют для выявления наиболее приоритетных вопросов в использовании технологии принятия управленческих решений. Применение метода начинается с создания матрицы проблем, при помощи которой с использованием экспертных оценок, расставленных по пятибалльной шкале, определяются причинно-следственные связи между вопросами;

– метод оценки приоритетов проблем дает возможность определить приоритет вопросов с точки зрения значимости, неотложности и тенденций развития (ухудшение, улучшение) организации или её управленческой подсистемы.

3. Методы реализации. В результате использования методов реализации происходит решение конкретных задач, повышающих производительность, изменяется уровень организационного развития клиентской организации, а так же повышается уровень адаптивных возможностей организации к изменениям внешней среды. Здесь выделяют следующие виды методов:

- групповая работа;
- деловые игры;
- формирование рабочих групп;
- проведение проблемных совещаний.

4. Методы работы с заказчиком. Заключаются в реализации механизмов активного развития и выполнении следующих процедур:

- выявление потребностей и возможностей внедрения изменений, которые окажут влияние на активность персонала;
- организация процедуры «генерации идей»;

- разработка нововведений, необходимых организации заказчику;
- внедрения, состоящие в претворении в жизнь необходимых изменений и поддержания стабильности функционирования организации.

Первый этап выполняется, как правило, менеджерами организации, а последующие путем создания временных проектных коллективов, либо с помощью включения соответствующих работ в текущие планы подразделений.

Приведенная группа методов позволит решить совокупность следующих задач:

- получение новых знаний и навыков;
- выработку навыков определения проблем, мешающих обоснованию стратегии организации;
- обучение формам и методам коллективной работы персонала;
- создание поля для неформального общения работников организации;
- обмен информацией о деятельности организации, отдельных служб и подразделений, передовом опыте других организаций;
- поиск времени и места для выработки инновационных вопросов развития организации.

Методы работы с заказчиками включают в себя следующие виды:

- методы отбора роли консультанта и заказчика;
- методы сотрудничества и помощи заказчику в реализации внедряемых изменений;
- методы обучения и тренировки персонала организации заказчика;
- методы развития творческого потенциала менеджмента организации заказчика.

Методы работы с клиентами позволяют в большей степени консультанту выявить желаемый результат заказчика, привлечь руководство к решению различных задач в компании, что в свою очередь позволяет создать доверительные «консультант-клиентские» отношения.

Таким образом, на основе приведенной классификации видно разнообразие групп и видов методов в управленческом консультировании. Каждый метод имеет как ряд преимуществ, так и определенные недостатки, которые выявляются при проведении определенных исследований в компании заказчика.

ОБСУЖДЕНИЕ

Понятие «эффективность» в широком смысле представляет собой степень приближения к максимальному или оптимальному

уровню результата при минимальных затратах ресурсов. Эффективность достаточно часто рассматривается в качестве одной из самых основных характеристик функционирования системы компании, которая может позволить выявить степень реализации поставленной цели и достижения намеченных результатов. Достаточно часто встречается подход к эффективности как некому отношению результатов к формирующим их затратам. Повышение эффективности в компании позволяет консультанту добиться наибольших результатов при минимальных затратах материальных, финансовых и трудовых ресурсов. Однако при этом необходимо учитывать, что качественное состояние эффективности постоянно наполняется новым содержанием под воздействием ускоряющегося научно-технического прогресса и постоянно изменяющейся внешней среды.

Достаточно частым явлением является то, что понятие эффективности как соотношения результатов компании и затрат сводилась, по сути, к производительности, т.е. отношению количества предоставляемых услуг с величиной затрат, поскольку не учитывалась полезность производимых благ и степень реальной потребности.

В современных условиях рыночной экономики эффективность может определяться не только экономичностью и производительностью, но и правильным выбором целей, наиболее полно и достоверно учитывающих величину и характер потребностей.

Особенность эффективности в управленческом консультировании заключается в том, что позволяет отразить результативность в достижении определенных договором между консультантом и компанией-заказчиком целей. Важно также эффективность отличать от результативности. Отличие заключается в том, что результативность позволяет делать процесс правильно, в то время как эффективность позволяет выполнять правильные процессы. Результативность можно понимать как количественную, так и качественную степень деятельности. Однако консультационная деятельность не всегда имеет четко выраженные количественные результаты. Такая тенденция связана со спецификой, с практической невозможностью выделения долевых вкладов консультанта и клиента, с наличием временного лага между проведением консультирования и получением результата.

Эффективность консультационных услуг напрямую зависит от результатов консультирования.

А.О. Блинов, Г.Н. Бутырин, Е.В. Добренкова в работе «Управленческий консалтинг корпоративных организаций» [11] предлагают методику оценки эффективности консультационных услуг в зависимости от ряда экономических показателей: прибыли, снижения расходов и экономии на снижении расходов, прироста объема валовой прибыли. В целом методику А.О. Блинова, Г.Н. Бутырина, Е.В. Добренковой [11] можно выразить следующими формулами:

В общем виде экономический эффект определяется по формуле:

$$E = \Pi \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (1)$$

где E – экономический эффект управленческого консультирования; Π – изменение: прирост, уменьшение; K_1 – доля управленческого консультирования в результатах работ; K_2 – доля участия консультантов в получении экономического эффекта.

Одним из основных показателей оценки управленческого консультирования в производственной деятельности является прирост валовой прибыли. Это объясняется тем, что данный показатель включает в себя снижение издержек производства, рост объемов реализуемой продукции и оценивается через изменение объема прибыли.

$$E_n = \left[A_2 - \frac{A_1}{A_2} \right] \cdot \Pi_1 + \left[C_1 - \frac{C_2}{100} \right] \cdot A_2 \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2)$$

где E_n – экономический эффект за счет прироста прибыли; A_1 и A_2 – объем реализации продукции до и после рационализации работ в управлении; Π_1 – прибыль; C_1 и C_2 – затраты на 1 руб. реализуемой продукции до и после рационализации работ в управлении.

В отдельных случаях управленческое консультирование влияет на работу по снижению условно-переменных расходов, поэтому этот результат можно оценивать отдельно, используя формулу

$$E_{y-p} = \Xi \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3)$$

где E – экономический эффект за счет снижения условно-переменных расходов в себестоимости; Ξ_{y-p} – экономия условно-переменных расходов.

Оценку эффективности управленческого консультирования можно определить, сопоставляя результаты с затратами:

$$\Xi_{zy} = \frac{O_{mn}}{Z_{yk}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4)$$

где Ξ_{zy} – эффективность затрат на управленческое консультирование; O_{mn} – прирост объема валовой продукции; Z_{yk} – затраты на управленческое консультирование.

Под влиянием ряда объективных факторов иногда могут складываться отрицательные темпы роста основных показателей. В таких случаях экономическую эффективность вычислить невозможно. Но можно определить деэффективность.

$$D_3 = (B_1 - B_2) \cdot K, \quad (5)$$

где D_3 – деэффективность по конкретному показателю; B_1 и B_2 – ожидаемый и фактический результаты по конкретному показателю; K – доля консультантов.

Однако такие прямые результаты консультирования, как рост прибыли, объем валовой продукции или снижение издержек, встречается не всегда. Результаты консультирования могут не иметь денежного выражения, а значит не всегда поддаются экономической оценке эффективности.

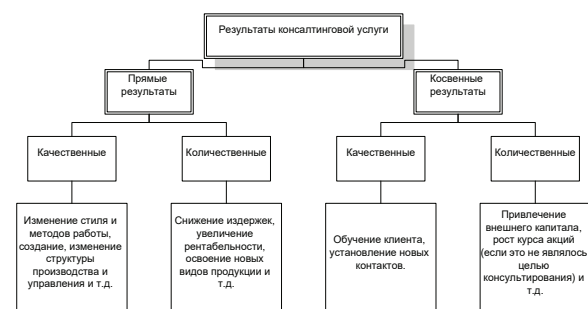


Рисунок 3 – Результаты консалтинговой услуги [11]
Illustration 3 – Results of the consultation service

В целом результаты консультирования можно разделить на прямые (непосредственно связанные с консультационной услугой) и косвенные (не связанные с основной целью предоставляемой консультационной услуги). И те и другие методы могут быть выражены как в количественной, так и в качественной форме (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, эффективность предоставляемой консалтинговой услуги и эффективность методов консультирования являются сложной категорией, зависящей от множества факторов. Чаще всего для консультанта основ-

ными критериями результативности работы будут такие показатели, как прибыль, выработка на одного консультанта и т.д. (экономические показатели), повторное обращение клиента, рост профессионализма, а также разнообразные положительные отзывы, развитие бренда, рекомендации и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Blake, R. Corporate excellence diagnosis/ / R. Blake, J. Mouton – Austin, 1968. – 324 p.
2. Caska, B. A. Organizational needs assessment: technology and use. / B. A. Caska, K. Kelley, E. W. Christensen – New York: Institute of Management and Administration, 2007. – 752 p.
3. Likert, R. The human organization. / R. Likert – New York, 1967. – 673 p.
4. Nadler, D. A. A diagnostic model for organization behavior / D. A. Nadler, M. L. Tushman // Perspectives on behavior in organizations / ed. by J. R. Hackman; E. E. Lawler; L. W. Porter – New York, 1977. – 494 p.
5. Алешникова В. И. Использование услуг профессиональных консультантов. М. : Инфра-М., 2007. 343 с.
6. Алпатова Е. А. Комплексная организационно-экономическая диагностика предприятия: теория и практика [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами. 2012. № 5(41). С. 56 – 61. – Режим доступа: <http://uecs.ru/>
7. Ансофф И. Стратегический менеджмент. Классическое издание. СПб. : Питер, 2012. 344 с.
8. Бандурин В. В. Особенности реализации проектов по управленческому консультированию в диверсифицированных холдингах // Транспортное дело России. 2011. № 7. С. 82 – 85.
9. Бейч Э. Консалтинговый бизнес. Основы профессионализма. СПб. : Питер, 2006. 189 с.
10. Бережная Е. В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Финансы и статистика, 2006. 432 с.
11. Блинов А. О., Бутырин Г. Н., Добренкова Е. В. Управленческий консалтинг корпоративных организаций. М. : ИНФРА-М, 2002. 192 с.
12. Блинов А. О., Кривцова М. К., Подзорова М. А. Управленческое консультирование как институт повышения эффективности управления организациями в современных условиях // Theoretical & Applied Science. 2014. № 11 (19). С. 11 – 15.
13. Гарашкина Н. В. Квалиметрические технологии в системе современной социальной работы // Социально-экономические явления и процессы. 2014. № 10. С. 193 – 201
14. Елмашев О. К. Управленческое консультирование: Вопросы теории и практики. Ижевск : Удмуртия, 1989. 236 с.
15. Иванов М. А. Клиентцентрированный подход к управленческому консультированию // Вестник Московского Университета. Сер. 14. Психология. 2012. № 1. С. 125 – 132
16. Кардаш Д. Ю. Оценка эффективности проектов с управленческим консультированием // Стратегия устойчивого развития в исследованиях молодых ученых сборник статей и тезисов докладов XIII международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов. М.: Перо, 2017. – С. 347 – 350.
17. Коханова А. А. Современные способы привлечения клиентов в управленческом консалтинге // Управление человеческими ресурсами: теория, практика и перспективы. Белгород, 20 – 21 апреля 2017 г. С. 163 – 165.
18. Липидус В. А., Рекшинский А. Н. Диалог консультанта с руководителем компании. Высшему руководству о всеобщем качестве (TQM) и стандартах ИСО 9000 версии 2000 года, 3-е изд., испр. Н. Новгород : Приоритет, 2007. 88 с.
19. Лапыгин Ю. Н. Основы управленческого консультирования // Основы управленческого консультирования. 3-е изд., перераб. и доп. М. : КноРус, 2004. 304 с.
20. Липатов С. А., Елмашов О. К. Модели и методы организационной диагностики // Методы практической социальной психологии: Диагностика. Консультирование / под ред. Ю. М. Жукова. М. : Аспект Пресс, 2004. С. 48 – 68.
21. Лузин А. Е., Елмашов О. К. Устинов Вопросы теории и практики организации управленческого консультирования : Госкомиздат УАССР, 1986. – 134 с.
22. Лузин А.Е., Озира В.Ю. Консультационные фирмы капиталистических стран по управлению. М. : Экономика, 1975. 212 с.
23. Майстер Д. Управление фирмой, оказывающей профессиональные услуги. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 88 с.
24. Макарова Ж. А. Профессиональная деятельность специалистов по управленческому консультированию как услуга // Проблемы и перспективы экономики и управления. Материалы II Международной научной конференции. 2013. С. 87 – 90.
25. Макарова Ж. А. Сущность формирования и оценки профессиональных компетенций специалистов по управленческому консультированию // Научная перспектива. 2013. № 8. С. 37 – 38.
26. Макхэм К. Управленческий консалтинг : пер. с англ. М. : Дело и сервис, 1999. 288 с.
27. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М. : Дело, 1997. 704 с.
28. Речин В. Д., Сергеева Л. А. Оценка эффективности управленческого консультирования. Новосибирск: ИЭ АН СССР, 1983. 223 с.
29. Субетто А. И. Квалиметрия : малая энциклопедия. СПб. : ИПЦ СЗИУ – фил. РАНХиГС, 2015. Вып. 1. 244 с.
30. Трофимова О. К. Определение понятия «управленческое консультирование» [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://www.cfin.ru/consulting/mkintro-02.shtml>.
31. Хабакук – Таллинн М. Я. Методы работы консультанта по управлению: ЭстНИ-ИНТИ, 1985. 229 с.
32. Юксвярав Р. К., Хабакук М. Я., Лейман Я. А. Управленческое консультирование: теория и практик. М. : Экономика, 1988. 327 с.

THE CLASSIFICATION AND THE EVALUATION OF THE MANAGEMENT CONSULTING METHODS

T. Chibikov

ANNOTATION

This research is relevant, because management consulting is a popular, growing activity and its demand grows each year. The article presents the management advice methods' classification based on the

consultation process' stages. The special features of the consulting methods are determined. Also the main groups and types of the management consulting methods are identified. The conclusion about the necessity of the methods' improving and management consulting techniques' innovations in the Russian market is made.

The existing methods of efficiency evaluation in the diversity terms of possible outcomes consulting services are viewed.

The practical significance of the research concludes in the possible applying of the proposed classifications in the consulting services' development, as well as in the results of the services effectiveness' evaluation.

KEYWORDS: *management consulting, organizational diagnosis, methods of organizational diagnosis' efficiency, survey experts, standard discrepancy, variation coefficient, management consulting expenditure, organizational diagnostics' results, histogram.*

REFERENCES

1. Blake, R. Excellence Corporate diagnosis/ / R. Blake, J. Mouton – Austin, 1968. – 324 p.
2. Caska, B. A. Organizational needs assessment: technology and use. / B. A. Caska, K. Kelley, E. W. Christensen – New York: Institute of Management and Administration, 2007. – 752 p.
3. Likert, R. The human organization. / R. Likert, New York, 1967. – 673 p.
4. Nadler, D. A. A diagnostic model for organization behavior / D. A. Nadler, M. L. Tushman // Perspectives on behavior in organizations / ed. by J. R. Hackman; E. E. Lawler; L. W. Porter – New York, 1977. – 494 p.
5. Aleshnikova, V. I. Ispol'zovanie uslug professional'nykh konsul'tantov [the use of the services of professional consultants]. Moscow. Infra-M, 2007. 343 p.
6. Alpatova E. A. Kompleksnaya organizacionno-ekonomicheskaya diagnostika predpriyatija: teorija i praktika [Complex organizational and economic diagnostics of the enterprise: theory and practice]. Upravlenie jekonomicheskimi sistemami [Management of economic systems], 2012, no 5(41), pp. 56-61. Mode of access: <http://uecs.ru/>
7. Ansoff I. Strategicheskij menedzhment. Klassicheskoe izdanie [Strategic management. Classic edition]. SPb, Peter, 2012. 344 p.
8. Bandurin V.V., Bandurin A.V. Osobennosti realizacii projektov po upravlencheskomu konsul'tirovaniyu v diversificirovannykh holdingah [features of the implementation of projects on management consulting in diversified holdings], Transportnoe delo Rossii, 2011, no 7, S. 82 – 85.
9. Bejch, Je. Konsaltingovyj biznes. Osnovy professionalizma [Consulting business. The basics of professionalism], SPb, Piter, 2006. p. 189.
10. Berezhnaya E.V., Berezhnoj V.I. Matematicheskie metody modelirovaniya jekonomicheskikh sistem [Mathematical methods of modeling of economic systems], Moscow, Finansy i statistika, 2006. 432 p.
11. Blinov A.O., Butyrin G.N., Dobren'kova E.V. Upravlencheskij konsalting korporativnykh organizacij [Management consulting corporate organizations], Moscow, INFRA-M, 2002. 192 p.
12. Blinov A.O., Krivtsova M.K., Podzorov M.A. Upravlencheskoe konsul'tirovanie kak institut povyshenija jeffektivnosti upravljenija organizacijami v sovremennykh uslovijah [Management consulting as an Institute of increasing management efficiency of the organizations in modern conditions], Theoretical & Applied Science, 2014, no 11(19), pp. 11 – 15.
13. Garashkina N.V. Kvalimetricheskie tehnologii v sisteme sovremennoj social'noj raboty [Qualimetric technologies in the system of contemporary social work]. Social'no-jekonomicheskije javlenija i process [Socio-economic phenomena and processes], 2014, no 10, pp. 193 – 201
14. Elmashev O. K. Upravlencheskoe konsul'tirovanie: Voprosy teorii i praktiki [Management consulting: theory and practice]. Udmurtija, 1989. 236 p.
15. Ivanov, M. A. Klientcentrovannyj podhod k upravlencheskomu konsul'tirovaniyu [Clientcentered approach to management consulting]. Vestnik Moskovskogo Universiteta [Bulletin of Moscow University], 2012, no 1, pp. 125 – 132
16. Kardash D.Ju. Ocenka jeffektivnosti projektov s upravlencheskim konsul'tirovaniem [Evaluation of the effectiveness of project management consultancy]. Sustainable development Strategy in the research of young scientists collected papers and abstracts of the XIII international scientific-practical conference of students, undergraduates and postgraduates [Strategija ustojchivogo razvitiya v issledovanijah molodykh uchenykh sbornik statej i tezisov dokladov XIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, magistrantov i aspirantov], Moscow, Pen, 2017, pp. 347 – 350.
17. Kohanova A.A. Sovremennye sposoby privlechenija klientov v upravlencheskom konsaltinge [Modern ways of attracting clients in management consulting]. Upravlenie chelovecheskimi resursami: teorija, praktika i perspektivy [Human resource management: theory, practice and prospects], Belgorod, 2017. pp. 163 – 165.
18. Lapidus V.A., Rekshinskiy A.N. Dialog konsul'tanta s rukovoditelem kompanii. Vysshemu rukovodstvu o vseobshhem kachestve (TQM) i standartah ISO 9000 versii 2000 [Dialogue consultant with the head of the company. To senior management about the General quality (TQM) and ISO 9000: 2000]. N. Novgorod, Prioritet, 2007. 88 p.
19. Lapygin Ju.N. Osnovy upravlencheskogo konsul'tirovaniya [Fundamentals of management consulting]. Osnovy upravlencheskogo konsul'tirovaniya [Basics of management consulting], Moscow, KnoRus, 2004. – 304 p.
20. Lipatov S.A. Modeli i metody organizacionnoj diagnostiki [Models and methods of organizational diagnosis] Metody prakticheskoy. social'noj psihologii. Diagnostika. Konsul'tirovanie [Methods of practical social psychology. Diagnosis. Business], Moscow, Aspekt Press, 2004. pp. 48 – 68.
21. Luzin A.E., Elmashov O.K. Voprosy teorii i praktiki organizacii upravlencheskogo konsul'tirovaniya [Theory and practice of management consulting], Ustinov, Goskomizdat UASSR, 1986. 134 p.
22. Luzin A.E., Ozira V.Ju. Konsul'tacionnye firmy kapitalisticheskikh stran po upravleniju [Consulting firm capitalist countries control], Moscow, Jekonomika, 1975. 212 p.
23. Majster D. Upravlenie firmoj, okazyvajushhej professional'nye uslugi [Managing firm providing professional services], Moscow., Mann, Ivanov i Ferber, 2012. 8 p.
24. Makarova Zh. A. Professional'naja dejatel'nost' specialistov po upravlencheskomu konsul'tirovaniyu kak usluga

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ, ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ В РЕДКОЛЛЕГИЮ 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 особое 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 pt), 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. Корректур 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»,

издательско-полиграфический комплекс: 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, д 1.

Тел. (3812) 65-88-30.

Редактор – ответственный секретарь «Вестника СибАДИ» – Федосеев Елен Сергеевна

Поступившие в редакцию материалы не возвращаются.

Гонорары не выплачиваются.

Все статьи публикуются бесплатно.

Информация о научном рецензируемом журнале «Вестник СибАДИ»

размещена на сайте: <http://vestnik.sibadi.org>