

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.45: 034.3 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_8

*Ю. П. Булавин, П. Ю. Коновалов, И. В. Волков***ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ  
МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ФОРСУНКИ ПЕСОЧНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ВИБРАЦИИ**

**Аннотация.** Представлены результаты стендового эксперимента применения эффекта виброожижения при непрерывной регулируемой подаче песка из корпуса перспективной форсунки песочницы как привода системы пескоподачи тягового подвижного состава под влиянием внешнего вибрационного воздействия, имитирующего колебания при движении рельсового экипажа. Анализ экспериментальных данных подтверждает возможность применения эффекта виброожижения слоя кварцевого песка с помощью пневматического вибропривода для дозирования необходимого количества песка при регулировании давления сжатого воздуха, подаваемого в корпус пневмопульсатора, при различных частотах внешнего возмущения.

**Ключевые слова:** эксперимент, виброожижение, пневматический вибропривод, частота, амплитуда, эксцентрик, внешнее воздействие, колебания, локомотив.

**Для цитирования:** Булавин, Ю. П. Экспериментальное исследование работы модернизированной форсунки песочницы в условиях вибрации / Ю. П. Булавин, П. Ю. Коновалов, И. В. Волков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 8–15. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_8.

*Yu. P. Bulavin, P. Yu. Konovalov, I. V. Volkov***THE EXPERIMENTAL STUDY OF THE MODERNIZED SAND DISTRIBUTOR  
UNDER VIBRATION CONDITIONS**

**Abstract.** The results of a bench experiment of applying the effect of vibro-liquefaction for continuous adjustable sand supply from the body of a promising sand distributor as a drive for the sand supply system of traction rolling stock under the influence of external vibration, simulating vibrations during the movement of a rail carriage, are presented. The analysis of experimental data confirms the possibility of applying the effect of vibro-liquefaction of a quartz sand layer using a pneumatic vibration drive to dispense the required amount of sand when regulating the pressure of compressed air supplied to the housing of the pneumatic pulsator at different frequencies of external disturbance.

**Keywords:** experiment, vibration liquefaction, pneumatic vibration drive, frequency, amplitude, eccentric, external influence, vibrations, locomotive.

**For citation:** Bulavin, Y. P. The experimental study of the modernized sand distributor under vibration conditions / Yu. P. Bulavin, P. Y. Konovalov, I. V. Volkov // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 8–15. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_8.

**Сведения об авторах****Булавин Юрий Павлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вагоны»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: ybulavin@yandex.ru

**Коновалов Павел Юрьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Тяговый подвижной состав»,  
старший преподаватель,  
e-mail: pashafromru@yandex.ru

**Волков Игорь Васильевич****Information about the authors****Bulavin Yury Pavlovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Car and Cars Facilities»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: ybulavin@yandex.ru

**Konovalov Pavel Yurievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Traction Rolling Stock»,  
Senior Lecturer,  
e-mail: pashafromru@yandex.ru

**Volkov Igor Vasilievich**

Rostov State Transport University (RSTU),

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: volkov-rgups@yandex.ru

Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: volkov-rgups@yandex.ru

УДК 621.896 +06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_16

*П. Г. Иваночкин, И. В. Больших, Т. З. Талахадзе, Е. П. Больших*

## **ПРИМЕНЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ В ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ЛОКОМОТИВОВ**

**Аннотация.** Целью настоящего исследования является уменьшение износа и повышение долговечности работы шарнирных соединений тормозной рычажной передачи (ТРП) путем применения в этих узлах антифрикционного полимерного композиционного покрытия. Покрытие, представляющее собой гибридный композит с армирующим каркасом из специальной ткани, предлагается наносить на поверхность втулки тормозной передачи. С целью расширения области применения покрытий указанного вида предложено использование композиционных материалов с матрицей холодного отверждения. Была изготовлена партия образцов, представляющих собой шестую часть втулки из стали 45 (ГОСТ 1050-88) с нанесенным покрытием изучаемой структуры и проведены сравнительные трибологические испытания на стенде по схеме «вал – частичный вкладыш». Результаты испытаний подтвердили целесообразность использования в шарнирных соединениях ТРП антифрикционного полимерного композиционного покрытия с матрицей холодного отверждения.

**Ключевые слова:** антифрикционные полимерные композиты, ресурс, тормозная рычажная передача, шарнирные соединения, армирующая ткань, матрица холодного отверждения, допустимая сила нажатия, коэффициент трения, качающийся ролик, неподвижная колодка.

**Для цитирования:** Применение антифрикционных полимерных композиционных покрытий в тормозной рычажной передаче локомотивов / П. Г. Иваночкин, И. В. Больших, Т. З. Талахадзе, Е. П. Больших // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 16–22. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_16.

*P. G. Ivanochkin, I. V. Bolshikh, T. Z. Talakhadze, E. P. Bolshikh*

## **APPLICATION OF ANTIFRICTION POLYMER COMPOSITE COATINGS IN THE LEVER BRAKE TRANSMISSION OF LOCOMOTIVES**

**Abstract.** Antifricition polymer composites are increasingly finding their applications in rolling stock units. The purpose of this work is to reduce wear and increase the durability of the articulated joints of the brake lever transmission (TRP) by applying an antifricition polymer composite coating in these nodes. The coating which is a hybrid composite with a reinforcing frame made of special fabric is proposed to be applied to the surface of the brake gear sleeve. In order to expand the scope of this type coatings` application, the use of composite materials with a cold-curing matrix is proposed. A batch of samples was made, representing the sixth part of the sleeve made of steel 45 (GOST 1050-88), with a coating of the studied structure and comparative tribological tests were carried out on the stand according to the "shaft-partial insert" scheme. The test results confirmed the feasibility of using an antifricition polymer composite coating with a cold-curing matrix in the hinged joints of the TRP.

**Keywords:** antifricition polymer composites, service life resource, brake lever gear, articulated joints, reinforcing fabric, cold curing matrix, permissible pressing force, friction coefficient, oscillating roller, fixed shoe.

**For citation:** Application of antifricition polymer composite coatings in the brake lever transmission of locomotives / P. G. Ivanochkin, I. V. Bolshikh, T. Z. Talakhadze, E. P. Bolshikh // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2022. – № 1. – P. 16–22. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_16.

**Сведения об авторах****Иваночкин Павел Григорьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретическая механика»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: ivanochkin\_p\_g@mail.ru

**Больших Иван Валерьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Тяговый подвижной состав»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: ivan.bolshih@yandex.ru

**Талахадзе Темур Зурабович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Тяговый подвижной состав»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: 086temur086@gmail.com

**Больших Елизавета Павловна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретическая механика»,  
аспирант,  
e-mail: elizaveta.mz@yandex.ru

**Information about the authors****Ivanochkin Pavel Grigorievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: ivanochkin\_p\_g@mail.ru

**Bolshikh Ivan Valerievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Traction Rolling Stock»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: ivan.bolshih@yandex.ru

**Talakhadze Temur Zurabovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Traction Rolling Stock»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: 086temur086@gmail.com

**Bolshikh Elizaveta Pavlovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: elizaveta.mz@yandex.ru

УДК 629.2 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_23

*О. Л. Игнатьев, О. В. Игнатьева***ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ СТЕРЖНЕВЫХ  
ГРЕБНЕСМАЗЫВАТЕЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА КОЛЕСНЫХ ПАР  
ДВУХЭТАЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ**

**Аннотация.** Рассмотрены основные направления снижения износа колесных пар на железнодорожном подвижном составе. Показана целесообразность применения гребнесмазывателей на нетяговом подвижном составе, в частности на двухэтажных пассажирских вагонах, где в последнее время наблюдается повышенный износ гребней колесных пар. Представлен вариант снижения износа гребней колес в кривых участках пути у двухэтажных пассажирских вагонов модели 61-4465 за счет применения управляемого стержневого гребнесмазывателя, что позволит наносить лубрикант строго в зону контакта гребня колеса с головкой рельса и только в кривых участках пути. Представлены результаты расчета конштейна для крепления гребнесмазывателя с регулируемой подачей лубриканта на деформацию и напряжения.

**Ключевые слова:** гребень колеса, износ, твердосмазывающий элемент, автоматический гребнесмазыватель.

**Для цитирования:** Игнатьев, О. Л. Возможности применения управляемых стержневых гребнесмазывателей для снижения износа колесных пар двухэтажных пассажирских вагонов / О. Л. Игнатьев, О. В. Игнатьева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С.23–28. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_23.

*О. Л. Ignatiev, O. V. Ignatieva***THE POSSIBILITY OF USING CONTROLLED ROD COMB LUBRICATORS TO REDUCE THE  
WHEEL SETS WEARING OF THE DOUBLE-DECK PASSENGER CARS**

**Abstract.** The paper presents the main directions of reducing wheelset wearing on railway rolling stock. It is shown the expediency of using comb lubricators on non-traction rolling

stock, in particular, on double-deck passenger cars, where increased wearing wheelset crests has been observed recently. The paper presents a type of wear reducing the wheel ridges in curved sections of the track for double-deck passenger cars of model 61-4465 by using a controlled rod comb lubricator. It allows the lubricant to be applied strictly in the contact zone of the wheel crest with the rail head and only in curved track sections. It is obtained the results of calculating a bracket for fastening a ridge lubricator with an adjustable supply of lubricant for deformation and stress.

**Keywords:** wheel comb, wear, solid-lubricating element, automatic comb lubricator.

**For citation:** The possibility of using controlled rod comb lubricators to reduce the wheel sets wearing of the double-deck passenger cars/ O. L. Ignatiev, O. V. Ignatieva // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – № 1. – P. 23–28. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_23.

#### Сведения об авторах

##### Игнатъев Олег Леонидович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: vvh@rgups.ru

##### Игнатъева Олеся Владимировна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вычислительная техника и автоматизированные системы управления»,  
кандидат технических наук, доцент, доцент,  
e-mail: lesjaignateva@rambler.ru

#### Information about the authors

##### Ignatiev Oleg Leonidovich

Rostov State Transport University,  
Chair «Cars and Carriage Facilities»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: vvh@rgups.ru

##### Ignatieva Olesya Vladimirovna

Rostov State Transport University,  
Chair «Computer Science and Automated Control Systems»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: lesjaignateva@rambler.ru

УДК 621.793 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_29

*Н. В. Нихотина*

### ПРИРАБОТКА ФТОРОПЛАСТСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ

**Аннотация.** Приведены результаты экспериментальных исследований приработочных характеристик антифрикционных композиционных фторопластсодержащих покрытий при коэффициенте взаимного перекрытия меньше единицы. Исследования выполнялись на специальном экспериментальном стенде с кривошипно-шатунным механизмом, который обеспечивает коэффициент взаимного перекрытия от 0,167 до 0,476. Установлено влияние эксплуатационных режимов на основные характеристики приработки: приработочный износ и время приработки.

**Ключевые слова:** коэффициент взаимного перекрытия, приработка, износ, температура, антифрикционное покрытие.

**Для цитирования:** Нихотина, Н. В. Приработка фторопластсодержащих покрытий при поступательном движении / Н. В. Нихотина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 29–35. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_29.

*N. V. Nihotina*

### THE RUN-IN OF FLUOROPLASTIC-CONTAINING COATINGS DURING TRANSLATIONAL MOTION

**Abstract.** It is presented the results of experimental studies of the running-in characteristics of antifriction composite fluoroplastic-containing coatings with a mutual overlap coefficient of less than one. The studies were carried out on a special experimental stand with a crank mechanism, which provides a mutual overlap coefficient from 0.167 to 0.476. The influence

of operating conditions on the main characteristics of running-in has been established: run-in wear and run-in time.

**Keywords:** mutual overlap coefficient, running-in, wear, temperature, anti-friction coating.

**For citation:** Nihotina, N. V. The run-in of fluoroplastic-containing coatings during translational motion / N. V. Nihotina // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 29–35. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_29.

#### Сведения об авторах

**Нихотина Надежда Владимировна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Технология металлов»,  
аспирант,  
e-mail: nihotina-nadezhd@mail.ru

#### Information about the authors

**Nihotina Nadezhda Vladimirovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Technology of metals»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: nihotina-nadezhd@mail.ru

УДК 62. – 592 + 06

DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_36

*И. А. Яицков, П. А. Поляков*

### ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК НА ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ

**Аннотация.** Составлена расчетная схема привода тормозного механизма подвижного состава, которая явилась основанием для установления связи между жесткостью, коэффициентом демпфирования элементов тормозного механизма и возмущениями, и их скоростями, возникающими в системе «тормозной привод – тормозная колодка – тормозной диск». Предложено решение уравнения вынужденных колебаний в паре «тормозная колодка – тормозной диск» для различных возможных прижимных механизмов (суппорт, клещевой механизм). На основе полученных решений уравнений сформулирована теория о взаимосвязи жесткости и коэффициента демпфирования и их влиянии на стабильность тормозного усилия. Полученные зависимости прижимных усилий в тормозных механизмах различного типа преобразованы для определения среднего контактного давления на рабочих поверхностях.

**Ключевые слова:** динамические нагрузки, тормозной механизм дисково-колодочного типа, жесткость, тормозная колодка, фрикционная накладка, коэффициент демпфирования, модуль объемного сжатия.

**Для цитирования:** Яицков, И. А. Влияние жесткости элементов тормозных колодок на динамические нагрузки при торможении / И. А. Яицков, П. А. Поляков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 36–45. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_36.

*I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov*

### THE STIFFNESS EFFECT OF BRAKE SHOE ELEMENTS FOR DYNAMIC LOADS DURING BRAKING

**Abstract.** The design scheme of the rolling stock brake mechanism drive was compiled, which was the basis for establishing a relationship between the stiffness, the damping coefficient of the brake mechanism elements and perturbations and their velocities arising in the pair "brake drive – friction pair". It is proposed the solution of forced oscillations equation in the subsystem "brake shoe – brake disc" for various possible clamping mechanisms (caliper, pincer mechanism). Based on the obtained solutions of the equations, a theory was formulated about the relationship of stiffness and damping coefficient to the stability of the braking force. The obtained dependences of the clamping forces in brake mechanisms of various types are transformed to determine the average contact pressure on the working surfaces.

**Keywords:** dynamic loads, disc-type brake mechanism, stiffness, brake shoe, friction shoe, damping coefficient, volumetric compression module.

**For citation:** Yaitskov, I. A. The stiffness effect of brake shoe elements for dynamic loads during braking / I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 36–45. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_36.

**Сведения об авторах****Яицков Иван Анатольевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»  
доктор технических наук, профессор,  
декан электромеханического факультета,  
e-mail: yia@rgups.ru

**Поляков Павел Александрович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
Научно-производственный центр  
«Охрана труда»,  
ведущий научный сотрудник,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

**Information about the authors****Yaitskov Ivan Anatolievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Car and Car Facilities»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Dean of the Electromechanical Faculty,  
e-mail: yia@rgups.ru

**Polyakov Pavel Alexandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Research and Production Center «Labor Protection»,  
Leading Researcher,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

**ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

УДК 620.179.1 + 06

DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_46

*Д. И. Школина, С. А. Бехер, А. О. Коломеец, А. Л. Бобров***МОНИТОРИНГ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ И ИНСПЕКЦИОННОГО РАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**Аннотация.** Рассмотрены перспективы применения методов статистической обработки баз данных с результатами неразрушающего контроля (НК) для оценки состояния системы НК на предприятиях вагоноремонтного комплекса. Проанализированы результаты магнитопорошкового контроля маятниковых подвесок грузовых вагонов, разработаны способы оценки их достоверности на основе вероятностных критериев проверки принадлежности исследуемой выборки биномиальному распределению. Приведены результаты инспекционного разрушающего контроля деталей, забракованных в структурных подразделениях компании. Выполнен анализ закономерностей распределения дефектов в деталях на основе расчета напряженно-деформированного состояния маятниковых подвесок методом конечных элементов.

**Ключевые слова:** система неразрушающего контроля, вагоноремонтный комплекс, частота браковки, инспекционный контроль, дефект.

**Для цитирования:** Мониторинг подразделений неразрушающего контроля на основе статистических критериев и инспекционного разрушающего контроля / Д. И. Школина, С. А. Бехер, А. О. Коломеец, А. Л. Бобров // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 46–53. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_46.

*D. I. Shkolina, S. A. Bekher, A. O. Kolomeec, A. L. Bobrov***MONITORING OF DEPARTMENTS NON-DESTRUCTIVE TESTING BASED ON STATISTICAL CRITERIA AND INSPECTION DESTRUCTIVE INSPECTION**

**Abstract.** It is considered the prospects for the application of the statistical processing methods of databases with the results of non-destructive testing (NDT) for assessing the state of the NDT system at the enterprises of the car repair complex. The results of the magnetic particle inspection of pendulum suspensions of freight cars have been analyzed; methods have been developed for assessing their reliability based on probabilistic criteria for verifying that

the studied sample belongs to the binomial distribution. The results of inspection destructive control of parts rejected in structural divisions of the company are given. It is performed the analysis of patterns of the defects distribution in parts based on calculation of stress-strain state of pendulum suspensions by finite elements method.

**Keywords:** non-destructive testing system, car repair complex, failure frequency, inspection control, defects.

**For citation:** Monitoring of departments non-destructive testing based on statistical criteria and inspection destructive inspection / D. I. Shkolina, S. A. Bekher, A. O. Kolomeec, A. L. Bobrov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – № 1. – P. 46–53. – DOI10.46973/0201–727X\_2022\_1\_46.

#### Сведения об авторах

##### Школина Дарья Ивановна

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), кафедра «Электротехника, диагностика и сертификация», аспирант, e-mail: dashashkolina@mail.ru

##### Бехер Сергей Алексеевич

«Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), кафедра «Электротехника, диагностика и сертификация», доктор технических наук, доцент, профессор, e-mail: behers@mail.ru

##### Колomeec Андрей Олегович

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), кафедра «Информационные технологии транспорта», кандидат технических наук, доцент, e-mail: andreykolomeec@yandex.ru

##### Бобров Алексей Леонидович

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), кафедра «Электротехника, диагностика и сертификация», доктор технических наук, доцент, профессор, e-mail: beaver@stu.ru

#### Information about the authors

##### Shkolina Darya Ivanovna

Siberian State Transport University (STU), Chair «Electrical Engineering, Diagnostics and Certification», Graduate Student, e-mail: dashashkolina@mail.ru

##### Bekher Sergey Alekseevich

Siberian State Transport University (STU), Chair «Electrical Engineering, Diagnostics and Certification», Doctor of Engineering Sciences, Associate, Professor, e-mail: behers@mail.ru

##### Kolomeec Andrey Olegovich

Siberian State Transport University (STU), Chair «Information Technology of Transport», Candidate of Engineering Sciences, Associate, Professor, e-mail: andreykolomeec@yandex.ru

##### Bobrov Aleksey Leonidovich

Siberian State Transport University (STU), Chair «Electrical Engineering, Diagnostics and Certification», Doctor of Engineering Sciences, Associate, Professor, e-mail: beaver@stu.ru

#### УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 656. 22 + 06

DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_54

*А. П. Грефенштейн, Е. В. Грефенштейн, К. В. Желдак, С. Н. Павлов*

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКА

**Аннотация.** В статье представлены результаты подсчета интенсивности и структуры транспортных потоков Новосибирска, полученные в ходе обследований улично-дорожной сети в 2020 году. Для снижения загрузки улиц и дорог предложено перераспределять грузопотоки на инфраструктуру альтернативных видов транспорта. В статье проанализирована возможность использования железнодорожной инфраструктуры в пределах агломераций, обоснована необходимость совершенствования технологии развоза грузов и формирования договорного тарифа.

**Ключевые слова:** загрузка, улично-дорожная сеть, распределительный центр, автотранспорт, железнодорожный транспорт.

**Для цитирования:** Теоретические аспекты организации перевозок с использованием железнодорожного транспорта на примере Новосибирска / А. П. Грешенштейн, Е. В. Грешенштейн, К. В. Желдак, С. Н. Павлов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 54–63. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_54.

*A. P. Grefenshteyn, E. V. Grefenshteyn, K. V. Zheldak, S. N. Pavlov*

### **THEORETICAL ASPECTS OF ORGANIZING RAILWAY TRANSPORTATION: A CASE STUDY OF NOVOSIBIRSK**

**Abstract.** The paper presents the results of calculating the intensity and structure of traffic flows in Novosibirsk, obtained during surveys of the road network in 2020. We proposed to redistribute cargo flows to the infrastructure of alternative modes of transport in order to reduce the congestion on streets and roads. The article analyzes the feasibility of using the railway infrastructure in agglomerations and substantiates the need to improve the technology of transporting goods and calculating the contract price.

**Keywords:** congestion, road network, consolidation center, vehicles, rail transport.

**For citation:** Theoretical aspects of organizing railway transportation: a case study of Novosibirsk / A. P. Grefenshteyn, E. V. Grefenshteyn, K. V. Zheldak, S. N. Pavlov // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 54–63. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_54.

#### **Сведения об авторах**

##### **Грешенштейн Анна Павловна**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
кафедра «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав»,  
преподаватель, аспирант,  
e-mail: anna\_020295@mail.ru

##### **Грешенштейн Евгений Викторович**

ОАО «РЖД»,  
Технический центр по обслуживанию МПУ ЖАТ,  
электроник,  
e-mail: studentjo@mail.ru

##### **Желдак Константин Валентинович**

СГУПС, кафедра «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: podviznoy\_sostav@mail.ru

##### **Павлов Сергей Николаевич**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (АлтГТУ),  
кафедра «Организация и безопасность движения»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: sergei\_pavl@mail.ru

#### **Information about the authors**

##### **Grefenshteyn Anna Pavlovna**

Siberian Transport University (STU),  
Chair «Logistics, Commercial Work and Rolling Stock»,  
Lecturer, Postgraduate,  
e-mail: anna\_020295@mail.ru

##### **Grefenshteyn Evgeniy Viktorovich**

JSCo RZD,  
Technical Center for MD RAT,  
Electronic Engineer,  
e-mail: studentjo@mail.ru

##### **Zheldak Konstantin Valentinovich**

STU, Chair «Logistics, Commercial Work and Rolling Stock»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: podviznoy\_sostav@mail.ru

##### **Pavlov Sergey Nikolaevich**

Polzunov Altai State Technical University (Alt-STU),  
Chair «Organization and Traffic Safety»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: sergei\_pavl@mail.ru

УДК 656. 2 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_64

*А. Ю. Голобородько, М. В. Колесников, З. А. Мамедов, С. В. Шляпников*

### **ПЕРСПЕКТИВЫ УКРЕПЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО, ПОЛИТИЧЕСКОГО И КУЛЬТУРНОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИИ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**



**Аннотация.** Рассматриваются некоторые направления обеспечения эффективного функционирования высокоскоростного железнодорожного транспорта в Российской Федерации, осмысливаемые в координатах «точек роста» социально-экономического развития страны. Проводится анализ мировых тенденций развития железнодорожного транспорта как многомерного феномена и осуществляется рефлексия над возможностями применения этого опыта в условиях развития современной России: как в рамках изучения экономической «плоскости» деятельности высокоскоростных железнодорожных магистралей и позиционирования в этом контексте ряда правовых инициатив, так и применительно к оптимизации возможностей развития актуального политического дискурса современной России, рассматриваемых как следствие, в частности, расширения пространства диалога общества и государства на фоне новых сюжетов технологического развития страны. Авторы артикулируют мысль о значимости вопросов развития высокоскоростного железнодорожного транспорта в контурах укрепления национальной безопасности и обеспечения политического, экономического и культурного суверенитета России.

**Ключевые слова:** высокоскоростной транспорт, национальная безопасность, политический суверенитет, культурный суверенитет, экономический суверенитет, прозрачность инвестиционной политики, конкурентоспособность, стратегическое планирование.

**Для цитирования:** Перспективы укрепления экономического, политического и культурного суверенитета России в условиях развития высокоскоростного железнодорожного транспорта / А. Ю. Голобородько, М. В. Колесников, З. А. Мамедов, С. В. Шляпников // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 64–71. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_64.

*A. Y. Goloborodko, M. V. Kolesnikov, Z. A. Mamedov, S. V. Shlyapnikov*

## PROSPECTS FOR STRENGTHENING THE ECONOMIC, POLITICAL, AND CULTURAL SOVEREIGNTY OF RUSSIA IN THE DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED RAIL TRANSPORT

**Abstract.** The paper deals with some directions for effective functioning of high-speed rail transport in the Russian Federation, which are interpreted in terms of «growth points» of the socio-economic country development. The author analyzes global trends in the development of railway transport as a multidimensional phenomenon and reflects on the possibilities of applying this experience in the development of modern Russia: both within the framework of the study of the economic «plane» of high-speed railways and the positioning of a number of legal initiatives in this context, and in relation to the optimization of the development opportunities of current political discourse in modern Russia, considered as a consequence, in particular, of the expansion of high-speed railways. The authors proposed the idea of the issues' importance of high-speed rail transport development in the contours of strengthening national security and ensuring political, economic and cultural sovereignty of Russia.

**Keywords:** high-speed transport, national security, political sovereignty, cultural sovereignty, economic sovereignty, transparency of investment policy, competitiveness, strategic planning.

**For citation:** Prospects for strengthening economic, political and cultural sovereignty of Russia in the development of high-speed railway transport / A. Y. Goloborodko, M. V. Kolesnikov, Z. A. Mamedov, S. V. Shlyapnikov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 64–71 – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_64.

### Сведения об авторах

**Голобородько Андрей Юрьевич**

Таганрогский институт имени А. П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)»,  
доктор политических наук, кандидат филологических наук, доцент, директор,  
e-mail: goloborodko2009@mail.ru

### Information about the authors

**Goloborodko Andrey Yurievich**

Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (Branch),  
FGBOU VPO «Russian State University of Economics (RSEU)»,  
Doctor of Political Sciences,

**Колесников Максим Владимирович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Экономика и менеджмент»,  
доктор технических наук, профессор,  
Таганрогский институт имени А. П. Чехова (филиал ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)»),  
кафедра экономики и предпринимательства,  
профессор,  
e-mail: kmv-d@list.ru

**Мамедов Зия Арзуман Оглы**

кандидат технических наук,  
e-mail: z.mamedov2022@mail.ru

**Шляпников Сергей Валерьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
аспирант,  
помощник депутата Законодательного собрания Ростовской области, ведущий специалист,  
e-mail: Shliapnikov.sv@mail.ru

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Head,

e-mail: goloborodko2009@mail.ru

**Kolesnikov Maxim Vladimirovich**

Rostov State Transport University,  
Chair «Economics and Management»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (Branch), FGBOU VO «Russian State University of Economics (RSEU)»,  
Chair «Economics and Entrepreneurship»,  
Professor,  
e-mail: kmv-d@list.ru

e-mail: kmv-d@list.ru

**Mammadov Ziya Arzuman Ogly**

Candidate of Engineering Sciences,  
e-mail: z.mamedov2022@mail.ru

**Shlyapnikov Sergey Valeryevich**

Rostov State Transport University,  
Postgraduate Student,  
Assistant of the deputy of the Legislative Assembly of the Rostov region,  
Leading Specialist,  
e-mail: Shliapnikov.sv@mail.ru

УДК 656. 21 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_72

*В. М. Задорожний, О. Н. Числов, М. В. Колесников, М. В. Бакалов, А. О. Полунина*

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УЗЛОВЫХ ПУНКТОВ КОНЦЕНТРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПОРТОВЫХ ВАГОНОПОТОКОВ\***

**Аннотация.** В статье исследуются аспекты транспортно-технологических параметров железнодорожных узловых пунктов концентрации и распределения вагонопотоков в условиях цифровой трансформации. Представлен анализ текущего состояния логистического взаимодействия участников перевозочного процесса припортовой транспортно-технологической системы. Построены модели хроматических карт сезонных количественных показателей погрузочных станций на основе метода визуализации данных. Отражены проблемы и перспективы формирования модели территориального рынка железнодорожных перевозок с учетом авторской методики концентрации и распределения вагонопотоков.

**Ключевые слова:** транспортно-технологические параметры, хроматическая карта, метод визуализации, экономико-географический метод, «области влияния» станций, распределение вагонопотоков, цифровая трансформация.

**Для цитирования:** Перспективы исследований транспортно-технологических параметров узловых пунктов концентрации и распределения припортовых вагонопотоков / В. М. Задорожний, О. Н. Числов, М. В. Колесников, М. В. Бакалов, А. О. Полунина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 72–81. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_72.

*V. M. Zadorozhniy, O. N. Chislov, M. V. Kolesnikov, M. V. Bakalov, A. O. Polunina*

### **PROSPECTS FOR RESEARCH OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF KEY POINTS OF CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF THE PORT CAR FLOW**

\*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-38-51014.

**Abstract.** The paper examines aspects of the transport and technological parameters of the railway hubs for the concentration and distribution the car traffic in the context of digital transformation. It is presented the current state analysis of the logistical interaction of the participants in the transportation process of the portside transport and technological system. Models of chromatic maps of seasonal quantitative indicators of loading stations were built based on the data visualization method. The problems and prospects for the formation of a model of the territorial market for rail transportation are reflected, taking into account the author's methodology for the concentration and distribution of car traffic.

**Keywords:** transport and technological parameters, chromatic map, visualization method, economic-geographical method, «influence areas» of stations, distribution of car flows, digital transformation.

**For citation:** Prospects for research of transport and technological parameters of key points of concentration and distribution of port car flow / V. M. Zadorozhniy, O. N. Chislov, M. V. Kolesnikov, M. V. Bakalov, A.O. Polunina // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – № 1. – P. 72–81. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_72.

#### **Сведения об авторах**

##### **Задорожний Вячеслав Михайлович**

Научно-технологический университет «Сириус»,  
Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
кафедра «Станции и грузовая работа»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: zadorozniy91@mail.ru

##### **Числов Олег Николаевич**

Научно-технологический университет «Сириус»,  
Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
кафедра «Станции и грузовая работа»,  
доктор технических наук, заведующий кафедрой,  
e-mail: o\_chislov@mail.ru

##### **Колесников Максим Владимирович**

Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
кафедра «Экономика и менеджмент»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: kmv-d@list.ru

##### **Бакалов Максим Владимирович**

Научно-технологический университет «Сириус»,  
Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: Maxim\_bmw@mail.ru

##### **Полунина Ангелина Олеговна**

Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,  
соискатель,  
e-mail: PoluninaAngelina@mail.ru

#### **Information about the authors**

##### **Zadorozhniy Vyacheslav Mikhailovich**

Sirius University of Science and Technology,  
Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Stations and Cargo Work»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate  
Professor,  
e-mail: zadorozniy91@mail.ru

##### **Chislov Oleg Nikolaevich**

Sirius University of Science and Technology,  
Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Stations and Cargo Work»,  
Doctor of Engineering Sciences, Head of the  
Chair,  
e-mail: o\_chislov@mail.ru

##### **Kolesnikov Maxim Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Economics and Management»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: kmv-d@list.ru

##### **Bakalov Maksim Vladimirovich**

Sirius University of Science and Technology,  
Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Management of Maintenance Works»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate  
Professor,  
e-mail: Maxim\_bmw@mail.ru

##### **Polunina Angelina Olegovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Management of Operational Work»,  
Applicant,  
e-mail: PoluninaAngelina@mail.ru

**Аннотация.** С целью принятия эффективных управленческих решений о развитии магистральных видов транспорта необходимо проводить комплексный анализ закономерностей формирования пассажиропотоков или грузопотоков в пределах различных транспортных коридоров. Для решения этой задачи разработан метод гексагонального анализа транспортных коммуникаций, основанный на существующих представлениях о закономерностях расселения в рамках агломераций. Разработанный метод применен для определения потенциальных транспортных связей в створе пассажирского транспортного коридора Центр – Юг. Определена сфера применения данного метода. Разработанный метод применим при различных размерностях задачи и в зависимости от объекта исследования может применяться на макроуровне, мезоуровне и микроуровне проектирования.

**Ключевые слова:** транспортные системы, пассажирские перевозки, грузовые перевозки, транспортное планирование, транспортные коридоры, высокоскоростные перевозки, агломерации, прогнозирование.

**Для цитирования:** Калинин, К. А. Прогнозирование спроса на перевозки методом гексагонального анализа транспортных коммуникаций / К. А. Калинин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 82–91. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_82.

*K. A. Kalinin*

#### FORECASTING DEMAND FOR TRANSPORTATION BY THE HEXAGONAL ANALYSIS METHOD OF THE TRANSPORT COMMUNICATIONS

**Abstract.** In order to make effective management decisions on the mainline modes of transport development, it is necessary to carry out a comprehensive analysis for pattern formation of the passenger flows or freight flows within various transport corridors. To solve this problem, a method has been developed for the transport communications hexagonal analysis based on existing ideas about the settlement patterns within agglomerations. The developed method was applied to determine potential transport links in the alignment of the Center-South passenger transport corridor. The application scope of this method has been determined. The developed method is applicable for various problem dimensions and, depending on the object of research, can be applied using design at the macro-level, meso-level and micro-level.

**Keywords:** transport systems, passenger transportation, freight transportation, transport planning, transport corridors, high-speed transportation, agglomerations, forecasting.

**For citation:** Kalinin, K. A. Forecasting the demand for transportation by the method of hexagonal analysis of transport communications / K. A. Kalinin // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 82–91. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_82.

#### Сведения об авторах

**Калинин Кирилл Антонович**

Российский университет транспорта (МИИТ),  
кафедра «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы»,  
ассистент,  
e-mail: kalinin.k.a@mail.ru

#### Information about the authors

**Kalinin Kirill Antonovich**

Russian University of Transport (MIIT),  
Chair «Management of Transport Business and Intelligent Systems»,  
Lecturer,  
e-mail: kalinin.k.a@mail.ru

УДК 656.07 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_92

*Н. А. Осинцев*

#### АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕЛЁНОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК: ЧЁТКИЕ, НЕЧЁТКИЕ И СЕРЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

**Аннотация.** В настоящей статье представлен обзор исследований применения многокритериального метода принятия решений DEMATEL в логистике и управлении цепями поставок. Разработана методика оценки элементов логистической системы в зелёной цепи поставок на основе метода DEMATEL и использования четких, нечётких и

серых чисел. Представлен расчетный пример реализации предлагаемой методики оценки элементов логистической системы, который позволяет структурировать причинно-следственные связи между элементами, силу их влияния друг на друга. Полученные результаты являются основой планирования и реализации решений по повышению устойчивости зелёных цепей поставок.

**Ключевые слова:** многокритериальные методы принятия решений, устойчивое развитие, зелёная логистика, управление зелёными цепями поставок, логистический элемент, DEMATEL, теория нечётких множеств, теория серых систем.

**Для цитирования:** Осинцев, Н. А. Анализ логистических элементов зелёной цепи поставок: чёткие, нечёткие и серые методы оценки / Н. А. Осинцев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 92–107. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_92.

*N. A. Osintsev*

### ANALYSIS OF LOGISTIC ELEMENTS IN GREEN SUPPLY CHAIN: CLEAR, UNCLEAR AND GREY EVALUATION METHODS

**Abstract.** The paper provides an overview of studies on the application of the DEMATEL multi-criteria decision-making method in logistics and supply chain management. A methodology has been developed for assessing the elements of a logistics system in a green supply chain based on the DEMATEL method and the use of clear, unclear and grey numbers. It is presented the calculated example of the implementation of the proposed methodology for assessing elements, which allows you to structure the cause-and-effect relationships between the elements, the strength of their influence on each other. The results are the basis for planning and implementing solutions to improve the sustainability of green supply chains.

**Keywords:** MCDM, sustainable development, green logistics, green supply chain management, logistics element, DEMATEL, unclear set theory, grey system theory.

**For citation:** Osintsev N. A. Analysis of logistic elements in green supply chain: clear, unclear and grey evaluation methods / N. A. Osintsev // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 92–107. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_92.

#### Сведения об авторах

##### Осинцев Никита Анатольевич

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (МГТУ им. Г. И. Носова),  
кафедра «Логистика и управление транспортными системами»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: osintsev@magtu.ru

#### Information about the authors

##### Osintsev Nikita Anatolyevich

Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov (MSTU),  
Chair «Logistics and Transportation Systems Management»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,  
e-mail: osintsev@magtu.ru

УДК 656.07. + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_108

*Е. А. Чеботарева, В. Д. Верескун, И. Д. Долгий*

### ЛОГИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРСКОГО И ГРУЗОВОГО ДВИЖЕНИЯ НА НАПРАВЛЕНИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

**Аннотация.** Приведен анализ логистической модели перевозочной деятельности Северо-Кавказской железной дороги с учетом разделения полигонов дороги для обращения грузового и пассажирского движения (специализации железнодорожных направлений). Поставлены общие задачи развития логистики организации пассажирского и грузового движения на железнодорожных направлениях в адрес припортовых станций Азово-Черноморского бассейна и туристических зон юга России. Рассмотрены направления развития транспортных услуг и продуктов с учетом увеличения маршрутных скоростей движения пассажирских поездов и других прогнозируемых технологических эффектов от внедрения технологии специализации железнодорожных ходов.

**Ключевые слова:** логистика, транспортные системы регионов, железнодорожные перевозки, грузовое и пассажирское движение, специализация направлений, транспортные услуги, эффективность.

**Для цитирования:** Чеботарева, Е. А. Логистика организации пассажирского и грузового движения на направлениях Северо-Кавказской железной дороги / Е. А. Чеботарева, В. Д. Верескун, И. Д. Долгий // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С.108–116. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_108.

*E. A. Chebotareva, V. D. Vereskun, I. D. Dolgiy*

## LOGISTICS OF PASSENGER AND CARGO TRAFFIC ORGANIZATION ON THE DIRECTIONS OF THE NORTH CAUCASIAN RAILWAY

**Abstract.** The article provides an analysis of the logistics model of the transportation activity of the North Caucasus Railway, taking into account the separation of the polygons of the road for the circulation of freight and passenger traffic (specialization of railway directions). The general objectives of the logistics development of passenger and freight traffic on railway lines to the port stations of the Azov-Black Sea basin and tourist areas of Southern Russia have been set. The directions of development of transport services and products are considered, taking into account the increase in the route speeds of passenger trains and other predicted technological effects from the introduction of the technology of specialization of railway tracks.

**Keywords:** logistics, regional transport systems, rail transportation, freight and passenger traffic, specialization of directions, transport services, efficiency.

**For citation:** Chebotareva, E. A. Logistics of passenger and cargo traffic organization on the directions of the North Caucasian railway / E. A. Chebotareva, V. D. Vereskun, I. D. Dolgiy, // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P.108–116. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_108.

### Сведения об авторах

#### **Чеботарева Евгения Андреевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: Abrosimova@ya.ru

#### **Верескун Владимир Дмитриевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретическая механика»,  
доктор технических наук, профессор,  
ректор университета,  
e-mail: vvd@rgups.ru

#### **Долгий Игорь Давидович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
e-mail: mtn73@yandex.ru

### Information about the authors

#### **Chebotareva Evgenia Andreevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Management of Operational Work»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: Abrosimova@ya.ru

#### **Vereskun Vladimir Dmitrievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Rector of the University,  
e-mail: vvd@rgups.ru

#### **Dolgiy Igor Davidovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Automatics and Remote Control on Railway Transport»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Head of the Chair, Vice Rector for Scientific Research,  
e-mail: mtn73@yandex.ru

*А. И. Хашев, Э. А. Мамаев, А. Н. Гуда*

## КОМБИНИРОВАННОЕ ИМИТАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

**Аннотация.** Рассматриваются общие вопросы динамики транспортной системы Российской Федерации, которые формируют предпосылки к локализации проблем организации транспортно-пешеходного движения на пересечениях улично-дорожной сети, связанные с ростом интенсивности потоков транспорта и пассажиров. Предложено использовать комбинированное имитационно-аналитическое моделирование в транспортно-логистических системах такого типа для оценки состояния и перспектив развития дорожной инфраструктуры на пересечениях транспортного и пассажирского потока. Приведены имитационные модели регулируемого и нерегулируемого пешеходного перехода на перегоне. С помощью имитационного моделирования были построены графики зависимости времени задержек транспортных средств и пешеходов от интенсивности движения на пересечении. Аналитическим моделированием предлагается оценка социально-экономических потерь и ущербов, возникающих на пересечении транспортного и пешеходного движения. С использованием полученных результатов имитационного и аналитического моделирования построен график зависимости суммарных социально-экономических потерь и ущербов на нерегулируемом пешеходном переходе. Предложены рекомендации по выбору типа пешеходного перехода в зависимости от интенсивности транспортного и пешеходного движения.

**Ключевые слова:** транспортно-логистические системы, пешеходный переход, имитационное моделирование, аналитическое моделирование, оценка потерь, задержка транспортных средств, транспортное движение, пешеходное движение.

**Для цитирования:** Хашев, А. И. Комбинированное имитационно-аналитическое моделирование в транспортно-логистических системах / А. И. Хашев, Э. А. Мамаев, А. Н. Гуда // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С.117–125. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_117.

*A. I. Khashev, E. A. Mamaev, A. N. Guda*

## THE COMBINED SIMULATION AND ANALYTICAL MODELING IN TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS

**Abstract.** General issues of the dynamics of the transport system of the Russian Federation are considered. It forms the prerequisites for localizing the problems for organizing transport and pedestrian traffic at the intersections of the road network, associated with an increase in the intensity of traffic and passenger flows. It is proposed to use combined simulation and analytical modeling in transport and logistics systems of this type to assess the state and prospects for the development of road infrastructure at the intersections of transport and passenger traffic. Simulation models of regulated and unregulated pedestrian crossing on the stretch are given. With the help of simulation modeling, graphs of the dependence of the delay, time of vehicles and pedestrians on the intensity of traffic at the intersection were built. Analytical modeling proposes an assessment of socio-economic losses and damages that occur at the intersection of transport and pedestrian traffic. Using the results of simulation and analytical modeling, a graph of the dependence of the total socio-economic losses and damages on an unregulated pedestrian crossing was constructed. It is proposed a recommendation for choosing the type of pedestrian crossing, depending on the intensity of traffic and pedestrian traffic. The Russian Federation are considered, which form the prerequisites for the localization of problems of the organization of transport and pedestrian traffic at intersections of the road network associated with the increase in the intensity of traffic flows and passengers. It is proposed to use combined simulation and analytical modeling in transport and logistics systems of this type to assess the condition and prospects for the development of road infrastructure at the intersections of transport and passenger traffic. Simulation models of regulated and unregulated pedestrian crossings on the stretch are given. With the help of simulation modeling, graphs of the dependence of the delay time of vehicles and pedestrians on the intensity of traffic at the intersection were constructed. Analytical modeling provides an assessment of

socio-economic losses and damages arising at the intersection of transport and pedestrian traffic. Using the obtained results of simulation and analytical modeling, it is given a dependence graph of the total socio-economic losses and damages at an unregulated pedestrian crossing. Recommendations on the choice of the type of pedestrian crossing depending on the intensity of traffic and pedestrian traffic are proposed.

**Keywords:** transport and logistics systems, pedestrian crossing, simulation modeling, analytical modeling, loss estimation, vehicle delay, traffic, pedestrian traffic.

**For citation:** Khashev, A. I. The combined simulation and analytical modeling in transport and logistics systems / A. I. Khashev, E. A. Mamaev, A. N. Guda // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – № 1. – P.117–125. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_117.

#### Сведения об авторах

##### Хашев Аскер Измудинович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Логистика и управление транспортными системами», ассистент,  
e-mail: hash-93@mail.ru

##### Мамаев Энвер Агапашаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Логистика и управление транспортными системами»,  
доктор технических наук, заведующий кафедрой,  
e-mail: mamaev\_enver@mail.ru

##### Гуда Александр Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Информатика»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, проректор по научной работе,  
e-mail: guda@rgups.ru

#### Information about the authors

##### Khashev Asker Izmudinovich

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Logistics and Transport System Management»,  
Lecturer,  
e-mail: hash-93@mail.ru

##### Mamaev Enver Agapashaevich

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Logistics and Transport System Management»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair,  
e-mail: mamaev\_enver@mail.ru

##### Guda Alexander Nikolaevich

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Informatics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair, Vice Rector for Scientific Research,  
e-mail: guda@rgups.ru

## ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ И ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 625.14 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_126

*А. С. Ильиных, Э. С. Бондарев*

### ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ РЕЛЬСОВ

**Аннотация.** Рассмотрены результаты исследований, посвященные вопросам планирования и организации работ по шлифованию рельсов с применением рельсошлифовальных поездов. В ходе проведенного организационно-технологического анализа производственного процесса шлифования рельсов выявлены его недостатки в используемых подходах и предложены способы их устранения, основанные на прогнозировании величины дефектов с применением математической модели динамического программирования. Экономическим расчетом установлено, что при планировании работ по предложенной методике возможно сэкономить до 15 % финансовых затрат из бюджета компании, расходуемых на шлифование рельсов.

**Ключевые слова:** шлифование рельсов, планирование работ, алгоритм, рельсошлифовальный поезд, дефекты рельсов, финансовые расходы, путевые работы, периодичность шлифования, железнодорожный путь.

**Для цитирования:** Ильиных, А. С. Повышение результативности производственного процесса шлифования рельсов / А. С. Ильиных, Э. С. Бондарев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 126–142. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_126.



*A. S. Ilyinykh, E. S. Bondarev*

## IMPROVING THE PERFORMANCE OF THE RAIL GRINDING PRODUCTION PROCESS

**Abstract.** The research results devoted to the planning and organization of work on grinding rails with the use of the rail grinding trains are considered. In the course of the organizational and technological analysis of the production process of rail grinding, its shortcomings in the approaches used were identified and ways to eliminate them were proposed, based on predicting the magnitude of defects using a mathematical model of dynamic programming. Economic calculation has established that when planning work according to the proposed methodology, it is possible to save up to 15% of the financial costs from the company's budget spent on grinding rails.

**Keywords:** rail grinding, work planning, algorithm, rail grinding train, rail defects, financial expenses, track work, frequency of grinding, railway track.

**For citation:** Ilyinykh A. S. Improving the performance of the rail grinding production process / A. S. Ilyinykh, E. S. Bondarev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – № 1. – P. 126–142. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_126.

### Сведения об авторах

#### **Ильиных Андрей Степанович**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
кафедра «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин»,  
доктор технических наук, доцент, декан факультета «Управление транспортно-технологическими комплексами»,  
e-mail: asi@stu.ru

#### **Бондарев Эдуард Сергеевич**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
кафедра «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин»,  
аспирант, инженер-конструктор ООО «НЗХК-Инструмент»,  
e-mail: bondareff.edik@yandex.ru

### Information about the authors

#### **Ilyinykh Andrey Stepanovich**

Siberian Transport University (STU),  
Chair «Technology of Transport Engineering and Operation of Machines»,  
Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Dean of Faculty «Management of Transport and Technological Complexes»  
e-mail: asi@stu.ru

#### **Bondarev Eduard Sergeevich**

Siberian Transport University (STU),  
Chair «Technology of Transport Engineering and Operation of Machines»,  
Postgraduate Student, Design Engineer LLC «NZHK-Instrument»,  
e-mail: bondareff.edik@yandex.ru

УДК 625.01 + 06

DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_143

*А. Л. Ланис, Д. А. Усов, П. О. Ломов, И. О. Гребенников*

## ПОДХОД К ПОДБОРУ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ В ЗОНЕ ПРИМЫКАНИЯ К УСТОЯМ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Аннотация.** Зона примыкания к устоям искусственных сооружений является барьерным участком при повышении интенсивности движения и осевых нагрузок. Для недопущения негативных последствий и ограничения скорости движения предлагается устраивать специальные конструкции переменной жесткости, параметры которых могут быть определены в соответствии с предложенным в настоящей работе подходом.

В работе выполнен анализ научно-технической литературы, который позволил выявить существующие принципы конструирования и расчета конструкций переменной жесткости. На их основе предложен подход к подбору параметров конструкции, учитывающий совместную работу балластного слоя и грунтов земляного полотна, а также имеющий ряд отличительных особенностей.

В настоящем исследовании теоретическое обоснование предложенного подхода выполнено на модели эксплуатируемой насыпи с применением конструкции переменной

жесткости из инъецированного твердеющего раствора и омоноличенного балластного слоя как обоснованных и перспективных. Для рассмотренной модели в настоящей работе получена функциональная зависимость для оценки жесткости, которая служит для подбора оптимальных параметров конструкции.

**Ключевые слова:** конструкция переменной жесткости, инъецирование твердеющих растворов, омоноличивание балластного слоя.

**Для цитирования:** Подход к подбору параметров конструкций переменной жесткости в зоне примыкания к устоям искусственных сооружений / А. Л. Ланис, Д. А. Усов, П. О. Ломов, И. О. Гребенников // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 143–152. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_143.

*A. L. Lanis, D. A. Usov, P. O. Lomov, I. O. Grebennikov*

### APPROACH TO THE SELECTION PARAMETERS OF VARIABLE RIGIDITY STRUCTURES IN THE ZONE OF CONNECTION WITH PLATES OF THE ARTIFICIAL STRUCTURES

**Abstract.** The zone of adjunction to the abutments of artificial structures is a barrier area with an increase in traffic intensity and axial loads. To prevent negative consequences and limit the speed of movement, it is proposed to arrange special structures of variable stiffness, the parameters of which can be determined in accordance with the approach.

The paper analyses the scientific and technical literature, which made it possible to identify the existing principles for the design and calculation of structures with variable stiffness. Based on them, an approach to the selection of design parameters is proposed, taking into account the joint work of the ballast layer and subgrade soils, and also having a number of distinctive features.

In the present study, the theoretical substantiation of the proposed approach is carried out on the model of an exploited embankment using a structure of variable stiffness from an injected hardening solution and a monolithic ballast layer as reasonable and promising. For the considered model, in this paper, a functional dependence was obtained to estimate the stiffness, which serves to select the optimal design parameters.

**Keywords:** construction of variable stiffness, injection of hardening solutions, homologation of the ballast layer.

**For citation:** Approach to the selection parameters of variable rigidity structures in the zone of connection with plates of the artificial structures / A. L. Lanis, D. A. Usov, P. O. Lomov, I. O. Grebennikov // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P. 143–152. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_143.

#### Сведения об авторах

**Ланис Алексей Леонидович**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)  
кафедра «Геотехника, тоннели и метрополитены»,  
доктор технических наук, доцент,  
e-mail: alangeo@bk.ru

**Усов Дмитрий Андреевич**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)  
кафедра «Геотехника, тоннели и метрополитены»,  
аспирант,  
e-mail: usovda96@ya.ru

**Ломов Петр Олегович**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)  
кафедра «Теоретическая механика»,  
кандидат технических наук,

#### Information about the authors

**Lanis Alexey Leonidovich**

Siberian Transport University (STU)  
Chair «Geotechnics, Tunnels and Subways»,  
Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: alangeo@bk.ru

**Usov Dmitry Andreevich**

Siberian Transport University (STU)  
Chair «Geotechnics, Tunnels and Subways»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: usovda96@ya.ru

**Lomov Peter Olegovich**

Siberian Transport University (STU)  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
e-mail: lomovpo@mail.ru

e-mail: lomovpo@mail.ru

**Гребенников Иван Олегович**

Сибирский государственный университет путей  
сообщения (СГУПС)  
кафедра «Теоретическая механика»,  
аспирант,  
e-mail: ivan05031996@gmail.com

**Grebennikov Ivan Olegovich**

Siberian Transport University (STU)  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: ivan05031996@gmail.com

**ТРАНСПОРТНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

УДК 621.391: 63 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_153

*В. А. Осипов, В. Н. Носков, А. И. Осипова*

**ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ  
ЛИНИИ СВЯЗИ К ТРОСУ ГРУППОВОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ**

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы выбора оптимального решения при организации двухуровневой схемы заземления опор контактной сети. Сравнение проведено по критериям величины сопротивления петли короткого замыкания и показателей надежности функционирования в случае возникновения повреждений в схеме группового заземления.

**Ключевые слова:** волоконно-оптический кабель, групповое заземление опор, токи короткого замыкания, тяговая сеть постоянного тока.

**Для цитирования:** Осипов, В. А. Варианты подключения волоконно-оптической линии связи к тросу группового заземления / В. А. Осипов, В. Н. Носков, А. И. Осипова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 153–159. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_153.

*V. A. Osipov, V. N. Noskov, A. I. Osipova*

**OPTIONS FOR CONNECTING FIBER OPTIC COMMUNICATION LINES TO THE  
GROUP GROUND CABLE**

**Abstract.** The issues of choosing the optimal solution for organizing a two-level grounding scheme for contact network supports are considered. The comparison was carried out according to the criteria of the resistance value of the short circuit loop and indicators of the reliability of functioning in the event of damage in the group grounding circuit.

**Keywords:** fiber-optic cables, group grounding of towers, short-circuit currents, DC traction network.

**For citation:** Osipov, V. A. Options for connecting fiber optic communication lines to the group ground cable / V. A. Osipov, V. N. Noskov, A. I. Osipova // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – № 1. – P. 153–159. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_153.

**Сведения об авторах****Осипов Владимир Александрович**

Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретические основы электротехники»,  
декан, заведующий кафедрой,  
e-mail: dw\_@rambler.ru

**Information about the authors****Osipov Vladimir Alexandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Basis of Electrical Engineering»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Pro-  
fessor, Head of Chair,  
Dean of Humanitarian Faculty,  
e-mail: dw\_@rambler.ru

**Носков Владимир Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретические основы электротехники»,  
доцент, директор НИЧ,  
e-mail: nvn\_nis@sci.rgups.ru

**Noskov Vladimir Nikolaevich**

Rostov state transport University (RSTU),  
344038, Rostov-on-don, square of the Rostov Shooting Regiment of the National Militia, 2,  
The Department "Theoretical bases of electrical engineering",  
Associate Professor, Director of the Scientific Research Institute,  
e-mail: nvn\_nis@sci.rgups.ru

**Осипова Анна Ивановна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Автоматизированные системы электрообеспечения»,  
старший преподаватель,  
e-mail: nyshka79@mail.ru

**Osipova Anna Ivanovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Automated Systems of Power Supply»,  
Associate Professor,  
e-mail: nyshka79@mail.ru

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

УДК 621.644 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_160

*А. Л. Бобров, М. М. Кутень***МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ  
АКУСТИКО-ЭМИССИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ  
ТРУБОПРОВОДОВ И СОСУДОВ**

**Аннотация.** Опасные производственные объекты, такие как, например, объекты трубопроводного транспорта (трубы и сосуды давления), эксплуатируются при избыточном внутреннем давлении. Предотвращению аварий способствует непрерывный мониторинг технического состояния производственных объектов, основанный на регистрации акустической эмиссии, возникающей при изменении структуры материала, современными диагностическими акустико-эмиссионными системами мониторинга. Статья посвящена моделированию системы мониторинга для объектов трубопроводного транспорта, эксплуатирующихся при высоком давлении, акустико-эмиссионным методом неразрушающего контроля. Работа содержит результаты статических испытаний фрагментов трубы с применением акустико-эмиссионного метода контроля. Металлические фрагменты труб испытывались при избыточном внутреннем давлении, создаваемом гидравлическим нагружением с помощью ручной насосной станции. Исследования проводились как на бездефектных объектах, так и с концентраторами напряжений, нанесенными на обечайку угловой шлифовальной машиной в виде решетки, содержащей группу пересекающихся под прямым углом пропилов. На основании полученных данных был разработан алгоритм непрерывного мониторинга участка трубопровода, содержащий: подготовительные операции как на участке трубопровода, так и на образце объекта; проведение мониторинга и установку диагноза линейного участка трубопровода.

**Ключевые слова:** мониторинг, трубопроводный транспорт, система диагностики, акустическая эмиссия, дефект.

**Для цитирования:** Бобров А. Л. Моделирование системы обработки акустико-эмиссионной информации при мониторинге трубопроводов и сосудов / А. Л. Бобров, М. М. Кутень // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 160-167. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_160.

*A. L. Bobrov, M. M. Kuten***SIMULATION OF THE ACOUSTIC-EMISSION INFORMATION PROCESSING SYSTEM  
WHEN MONITORING PIPELINES AND VESSELS**

**Abstract.** Hazardous production facilities, such as, for example, pipeline transport facilities (pipes and pressure vessels), are operated with excessive internal pressure. The accident

prevention is facilitated by continuous monitoring of the technical condition of production facilities, based on the registration of acoustic emission that occurs when the structure of the material changes, using modern diagnostic acoustic emission monitoring systems. The paper is devoted to modeling the monitoring system for pipeline transport facilities operating at high pressure using the acoustic emission method of non-destructive testing. The work contains the results of static tests of pipe fragments using the acoustic emission control method. Metal fragments of pipes were tested under excess internal pressure created by hydraulic loading using a manual pump station. The studies were carried out both on defect-free objects and with stress concentrators applied to the shell by an angle grinder in the form of a grid containing a group of cuts intersecting at right angles. Based on the obtained data, an algorithm for continuous monitoring of the pipeline section was developed, containing preparatory operations both on the pipeline section and on the sample object, monitoring and diagnosing the linear section of the pipeline.

**Keywords:** monitoring, pipeline transport, diagnostic system, acoustic emission, defect.

**For citation:** Bobrov, A. L. Simulation of the acoustic-emission information processing system when monitoring pipelines and vessels / A. L. Bobrov, M. M. Kuten // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022– No. 1. – P. 160–167 – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_160.

#### Сведения об авторах

##### **Бобров Алексей Леонидович**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
кафедра «Электротехника, диагностика и сертификация»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: beaver@stu.ru

##### **Кутень Мария Михайловна**

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
кафедра «Электротехника, диагностика и сертификация»,  
аспирант,  
e-mail: mariabychkova94@mail.ru

#### Information about the authors

##### **Bobrov Aleksey Leonidovich**

Siberian Transport University (STU),  
Chair «Electrical Engineering, Diagnostics and Certification»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: beaver@stu.ru

##### **Kuten Mariya Mikhailovna**

Siberian Transport University (STU),  
Chair «Electrical Engineering, Diagnostics and Certification»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: mariabychkova94@mail.ru

УДК 519.237. 5 + 06

DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_1\_168

*Т. В. Васеева, Е. А. Альтман*

### **АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ НЕСМЕЩЁННОЙ ОЦЕНКИ АМПЛИТУДЫ ГАРМОНИКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ**

**Аннотация.** В работе рассмотрен метод нахождения оптимальной несмещенной оценки амплитуды гармоник для одно- или мультигармонических сигналов. Известны различные методы для получения амплитуд гармоник с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ). При использовании БПФ можно найти амплитуду только для дискретных гармоник, которые совпадают с гармониками аналогового сигнала, только если его частота кратна основной гармонике БПФ.

При анализе спектральной области аналогового сигнала применяют оконные функции. При этом гармоника исходного сигнала преобразуется в спектральной области в произведение свертки со спектром оконной функции.

Для нахождения параметров гармоник аналоговых сигналов применяются методы интерполирования дискретных гармоник. Эти методы дают несмещенную оценку параметров, однако дисперсия этих оценок выше границы Крамера – Рао, которая определяет теоретически минимально возможную дисперсию.

В статье рассмотрены различные методы нахождения амплитуды гармоник на основе результатов БПФ и предложена модификация метода корреляционных функций, позволяющая получать оптимальную несмещенную оценку амплитуды. Предлагаемая модификация метода заключается в применении симметричного нормализованного

окна. Симметричное окно имеет спектр, мнимая часть которого равна нулю, и получается с помощью обычного окна Кайзера накладыванием на него дополнительного условия. Нормализация окна реализуется с помощью масштабирования. Экспериментальная проверка метода показала, что он позволяет определить гармонические составляющие с заданной точностью или с максимально возможной при заданном уровне шума точностью.

**Ключевые слова:** граница Крамера – Рао, информация Фишера, методы интерполирования, одногармонический сигнал, мультигармонический сигнал, гармоника, оценка параметров гармоник, бины БПФ, дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье.

**Для цитирования:** Васеева, Т. В. Алгоритм нахождения оптимальной несмещенной оценки амплитуды гармоники на основе метода корреляционных функций / Т. В. Васеева, Е. А. Альтман // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С. 168–176. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_168.

*T. V. Vaseeva, E. A. Altman*

### ALGORITHM FOR FINDING THE OPTIMUM UNBIAS ESTIMATE OF THE AMPLITUDE HARMONICS BASED ON THE METHOD OF CORRELATION FUNCTIONS

**Abstract.** The paper considers a method for finding the optimal unbiased estimate of the harmonic amplitude for single- or multi-sinusoidal signals. Various methods are known for obtaining harmonic amplitudes using the Fast Fourier Transform (FFT). When using the FFT, you can find the amplitude only for discrete harmonics, which coincide with the harmonics of an analog signal only if its frequency is a multiple of the fundamental frequency of the FFT. The signal cannot be considered over an infinite period in digital signal processing when analyzing the spectral region of an analog signal, window functions are used. In this case, the harmonics of the original signal are transformed in the spectral region into the product of the convolution with the spectrum of the window function. To find the parameters of harmonics of analog signals, methods of interpolation of discrete harmonics are used. These methods give an unbiased estimate of the parameters, however, the variance of these estimates is above the Cramer-Rao bound, which determines the theoretically smallest possible variance. The paper considers various methods for finding the amplitude of harmonics based on the results of the FFT and proposes a modification of the method of correlation functions, which makes it possible to obtain an optimal unbiased estimate of the amplitude. The proposed modification of the method is to use a symmetric normalized window. A symmetric window has a spectrum whose imaginary part is equal to zero and is obtained using the usual Kaiser window by imposing an additional condition on it. Window normalization is implemented using scaling. Experimental verification of the method showed that it allows one to determine the harmonic components with a given accuracy or with the highest possible accuracy for a given noise level.

**Keywords:** Cramer-Rao boundary; Fisher information; interpolation methods; single-harmonic signal; multi-sinusoidal signal; harmonic; harmonic parameter estimation; FFT bins; discrete Fourier transform; fast Fourier transform.

**For citation:** Vaseeva, T. V. Algorithm for finding the optimum unbiased estimate of the amplitude harmonics based on the method of correlation functions / T. V. Vaseeva, E. A. Altman // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – №1. – P.168–176. – DOI10.46973/0201-727X\_2022\_1\_168.

#### Сведения об авторах

##### Васеева Татьяна Валериевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Автоматика и системы управления»,  
старший преподаватель,  
e-mail: tvvaseeva@gmail.com

#### Information about the authors

##### Vaseeva Tatiana Valerievna

Omsk State Transport University (OSTU),  
Chair «Automatic and Control Systems»,  
Senior Lecturer,  
e-mail: tvvaseeva@gmail.com

**Альтман Евгений Анатольевич**  
Омский государственный университет путей со-  
общения (ОмГУПС),  
кафедра «Автоматика и системы управления»  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: AltmanEA@gmail.com

**Altman Evgeniy Anatolievich**  
Omsk State Transport University (OSTU),  
Chair «Automatic and Control Systems»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Pro-  
fessor,  
e-mail: AltmanEA@gmail.com

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
АВТОМАТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

УДК 62 – 50 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_177

*А. А. Агапов, А. А. Костоглотов, С. В. Лазаренко*

**СИНТЕЗ КВАЗИОПТИМАЛЬНОГО ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ  
ЛИНИИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ С УЧЕТОМ АНАЛИЗА ПУЧКА КВАДРАТИЧНЫХ ФОРМ  
В СОСТАВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

**Аннотация.** Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга инфраструктуры в составе интеллектуальной транспортной системы требует разработки законов управления. Установлена структура закона управления на основе редукции задачи Лагранжа к изопериметрической задаче с использованием асинхронного варьирования и построения линии переключения с учетом анализа пучка квадратичных форм. Синтезирующая функция для линии переключения построена с учетом выполнения условий трансверсальности в соответствии с принципом освобождаемости и анализа скобок Пуассона, что позволяет учитывать динамические свойства управляемой системы для построения квазиоптимального управления. Анализ результатов моделирования показывает, что синтезированный квазиоптимальный закон управления нелинейной динамической системой с несколькими степенями свободы позволяет получить выигрыш по показателю быстродействия в сравнении с известным управлением, построенным на основе игрового подхода.

**Ключевые слова:** квазиоптимальный закон управления, система управления, нелинейная динамическая система, пучок квадратичных форм, линия переключения.

**Для цитирования:** Агапов, А. А. Синтез квазиоптимального закона управления на основе построения линии переключения с учетом анализа пучка квадратичных форм в составе интеллектуальной транспортной системы / А. А. Агапов, А. А. Костоглотов, С. В. Лазаренко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С.177–185. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_177.

*A. A. Agapov, A. A. Kostoglotov, S. V. Lazarenko*

**SYNTHESIS OF A QUASI-OPTIMAL CONTROL LAW ON THE BASIS OF CONSTRUCTING A  
SWITCHING LINE WITH TAKING INTO ACCOUNT THE ANALYSIS OF A QUADRATIC  
FORMS AS A PART OF AN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM**

**Abstract.** The use of unmanned aerial vehicles for infrastructure monitoring as part of an intelligent transport system requires the development of control laws. The structure of the control law is established to be based on the reduction of the Lagrange problem to an isoperimetric problem using asynchronous variation and the construction of a switching line, taking into account the analysis of a bunch of quadratic forms. The synthesizing function for the switching line is built to use the fulfillment of the transversality conditions and the analysis of Poisson brackets, which are the dynamic properties of the controlled system for constructing a quasi-optimal control. An analysis of the simulation results shows that the synthesized quasi-optimal control law for a nonlinear dynamic system with several degrees of freedom makes it possible to obtain a gain in terms of the speed functional in comparison with the known control built on the basis of the game approach.

**Keywords:** quasi-optimal control law, control system, nonlinear dynamic system, bunch of quadratic forms, switching line.

**For citation:** Agapov, A. A. Synthesis of a quasi-optimal control law based on the construction of a switching line, taking into account the analysis of a bunch of quadratic forms as part of an intelligent transport system / A. A. Agapov, A. A. Kostoglotov, S. V. Lazarenko // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – No. 1. – P.177-185. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_177.

#### Сведения об авторах

##### Агапов Александр Андреевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Информатика»,  
магистрант,  
e-mail: agapov2794@gmail.com

##### Костоглотов Андрей Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
e-mail: kostoglotov@icloud.com

##### Лазаренко Сергей Валерьевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: lazarenkosv@icloud.com

#### Information about the authors

##### Agapov Alexander Andreevich

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Informatics»,  
Undergraduate Student,  
e-mail: agapov2794@gmail.com

##### Kostoglotov Andrey Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Communication on Railway Transport»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair,  
e-mail: kostoglotov@icloud.com

##### Lazarenko Sergey Valeryevich

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Communication on Railway Transport»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: lazarenkosv@icloud.com

УДК 62–50 : 004. 032. 26 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_186

*А. А. Костоглотов, А. С. Пеньков, В. О. Зехцер*

## СИНТЕЗ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ ОРИЕНТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО НЕЙРОСЕТЕВОГО ИДЕНТИФИКАТОРА

**Аннотация.** Существующие бортовые системы обработки измерительной информации не всегда способны обеспечивать необходимую точность оценки параметров ориентации беспилотных летательных аппаратов. Погрешности обусловлены как систематическими и случайными ошибками самих датчиков ориентации, так и использованием кинематических моделей движения в основе алгоритмов фильтрации, что не позволяет эффективно учитывать непредсказуемые воздействия внешних сил на объект управления.

Рассмотрена возможность построения нейросетевых адаптивных алгоритмов оценки параметров динамических систем. Предлагаемая в работе адаптивная модель движения с интеллектуальной нейросетевой идентификацией параметра адаптации в составе фильтра оценки ориентации беспилотных транспортных средств позволяет повысить точность оценки в сравнении с классическим фильтром Калмана. Эффективность предлагаемого подхода подтверждается проведенным сравнительным анализом результатов численного моделирования процесса оценки угла крена макета беспилотного летательного аппарата.

**Ключевые слова:** адаптация, динамические системы, фильтр Калмана, интеллектуализация, декомпозиция, транспортные системы, нейросеть, беспилотные летательные аппараты.

**Для цитирования:** Костоглотов, А. А. Синтез адаптивных алгоритмов оценки ориентации беспилотных транспортных средств с использованием интеллектуального нейросетевого идентификатора / А. А. Костоглотов, А. С. Пеньков, В. О. Зехцер // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1. – С.186–194. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_186.



A. A. Kostoglotov, A. S. Penkov, V. O. Zekhtser

## SYNTHESIS OF ADAPTIVE ALGORITHMS FOR ESTIMATING THE ORIENTATION OF UNMANNED VEHICLES USING AN INTELLIGENT NEURAL NETWORK IDENTIFIER

**Abstract.** The existing on-board measurement information processing systems are not always capable of providing the necessary accuracy in estimating the attitude parameters of unmanned aerial vehicles. The errors are due to both systematic and random errors of the orientation sensors themselves and the use of kinematic motion models as the basis for filtering algorithms, which does not allow one to effectively take into account the unpredictable effects of external forces on the control object.

It is considered the possibility of constructing neural network adaptive algorithms for estimating the parameters of dynamic systems. The adaptive motion model proposed in the paper with intelligent neural network identification of the adaptation parameter as part of the filter for estimating the orientation of unmanned vehicles makes it possible to improve the accuracy of the estimate in comparison with the classical Kalman filter. The effectiveness of the proposed approach is confirmed by a comparative analysis of the numerical simulation results of the process estimating the roll angle of an unmanned aerial vehicle model.

**Keywords:** adaptation, dynamic systems, Kalman filter, intellectualization, decomposition, transport systems, neural network, unmanned aerial vehicles.

**For citation:** Kostoglotov, A. A. Synthesis of adaptive algorithms for estimating the orientation of unmanned vehicles using an intelligent neural network identifier / A. A. Kostoglotov, A. S. Penkov, V. O. Zekhtser // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 1 – P.186–194. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_1\_186.

### Сведения об авторах

#### Костоглотов Андрей Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Связь на железнодорожном транспорте», доктор технических наук, профессор, e-mail: kostoglotov@me.com

#### Пеньков Антон Сергеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Связь на железнодорожном транспорте», аспирант, e-mail: pencha@mail.ru

#### Зехцер Владимир Олегович

Донской государственный технический университет (ДГТУ), кафедра «Кибербезопасность информационных систем», аспирант, e-mail: vova-zehcer@yandex.ru

### Information about the authors

#### Kostoglotov Andrey Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Communication on Railway Transport», Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: kostoglotov@me.com

#### Penkov Anton Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Communication on Railway Transport», Postgraduate Student, e-mail: pencha@mail.ru

#### Zekhtser Vladimir Olegovich

Don State Technical University (DSTU), Chair «Cybersecurity of Information Systems», Postgraduate Student, e-mail: vova-zehcer@yandex.ru

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК РГУПС»

**1** **Материалы статей** представляют в виде текстов, отформатированных и распечатанных на лазерном или струйном принтере (пригодных для сканирования) на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) в одном экземпляре. Рекомендуемый объем статьи – 5–10 страниц.

Одновременно представляют электронную версию статьи, выполненной в текстовом редакторе Word for Windows, шрифт Times New Roman, 11 pt, межстрочный интервал – одинарный, выравнивание по ширине, абзацный отступ – 1,25 см, все поля – 2 см.

**2** На первой странице должны быть указаны:

- **УДК** – в левом верхнем углу;
- интервал;
- **инициалы и фамилии авторов** – по центру, курсивом;

- интервал;
- **название статьи** – заглавными буквами, полужирным шрифтом, по центру, без переносов;
- интервал;
- **аннотация** (80–150 слов);
- **ключевые слова** (5–10 слов);
- интервал;
- **текст статьи** – печатается с переносами.
- интервал;
- **список литературы** на русском и английском языках (не менее 10 источников).

**3** **Статья** должна содержать вводную часть, цель научной разработки, основную часть и выводы. Текст статьи должен быть тщательно отредактирован и готов для макетирования и верстки журнала на компьютере.

**4** **Буквы** латинского алфавита набирают курсивом, буквы греческого и русского алфавитов – прямым шрифтом. Математические символы  $\lim$ ,  $\ln$ ,  $\arg$ ,  $\text{const}$ ,  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\min$ ,  $\max$  и т.д. набирают прямым шрифтом. Аббревиатуры следует расшифровывать при их первом упоминании в тексте.

**5** **Формулы.** Большие формулы необходимо разбить на отдельные фрагменты. Фрагменты формул по возможности должны быть независимы (при работе в формульном редакторе каждая строка – отдельный объект). Располагать формулы следует по центру строки.

Буквы J и I, e и l, h и n, q и g, V и U, O (буква) и 0 (ноль) должны различаться по начертанию.

Тире, дефис, знак «минус» обозначают соответствующими знаками. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы следует печатать в Word отдельно от формул, в круглых скобках по правому краю.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим ГОСТам.

**6** **Рисунки и фотографии**, выполненные четко и контрастно в формате \*.tif, \*.jpg, \*.png, с разрешением не менее 300 точек на дюйм, следует размещать в порядке их упоминания в тексте. Ссылки на рисунки в тексте и подрисуночная подпись обязательны.

**7** **Таблицы** следует размещать по мере упоминания в статье. Ссылки на таблицы в тексте и названия таблиц обязательны.

**8** **Список литературы** приводят общим списком в конце статьи и составляют в соответствии с последовательностью ссылок в тексте, которые обозначают арабскими цифрами в квадратных скобках. Литературу оформляют только согласно ГОСТ Р 7.0.100-2018. При наличии у статьи цифрового идентификатора объекта (DOI) его указание обязательно.

Статья должна быть обязательно подписана всеми авторами.

**9** **Материалы, прилагаемые к статье**, должны содержать следующие сведения (на русском и английском языках):

- Название статьи (заглавными буквами, полужирным шрифтом).
- Фамилия, имя, отчество автора (полностью, без сокращений).
- Место работы каждого автора в именительном падеже.
- Ученая степень, ученое звание, должность.
- E-mail.
- Аннотация (краткое содержание статьи, включающее 3–4 предложения).
- Ключевые слова.

#### Условия и порядок публикации статей в журнале

**1** **Статья должна быть оформлена по прилагаемым требованиям.**

**2** **Автор имеет право опубликовать в номере одну статью.**

**3** **Автор может прислать статью в адрес редакции:**

- по почте;
- по электронной почте;
- принести в редакцию и передать ответственному секретарю (гл. корпус, ком. Д 107).

**4** **Статья, представляемая в редакцию, должна соответствовать тематике издания.**

Тематика журнала охватывает основные проблемы транспорта, а также энергетики, машиностроения и управления. Публикуются статьи по следующим секциям:

- машиностроение;
- подвижной состав, безопасность движения и экология;
- информационные технологии, автоматика и телекоммуникации;
- управление и логистика на транспорте;

- железнодорожный путь и транспортное строительство;
- транспортная энергетика;
- моделирование систем и процессов.

**5 Редакционная коллегия принимает для публикации статьи после тщательной научной экспертизы.**

Для публикации отбирают статьи, которые представляют научный интерес и являются новой ступенью в разработке данной проблемы. Статьи публицистического плана не принимаются.

**6 На заседании редколлегии принимают решение о возможности публикации статьи только при наличии положительной рецензии.**

**7 Все расходы по подготовке к публикации и изданию журнала оплачивает университет, в том числе и почтовые расходы при пересылке журнала авторам.**

#### **Краткая информация о журнале**

Научно-технический журнал «Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения» («Вестник РГУПС») зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР), свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-77245 от 20 ноября 2019 г. Журнал имеет международный стандартный сериальный номер (ISSN 0201-727X), присвоенный Книжной палатой Российской Федерации.

Учредителем и издателем является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС).

Главный редактор журнала – академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор В.И. Колесников.

В состав редакционной коллегии входят ведущие ученые РГУПС, а также других транспортных и академических университетов Северо-Кавказского региона, Москвы, Санкт-Петербурга, Республики Беларусь, Чешской Республики, Польши, Франции.

Журнал выходит с периодичностью 4 номера в год, т.е. каждый квартал.

С апреля 2004 года «Вестник РГУПС» включен в «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук» (решение Президиума ВАК № 6/4 от 06.02.2004 г.). Журнал вошел во все последующие редакции Перечня.

«Вестник РГУПС» – подписное издание. С 2004 года журнал был включен в каталог подписных изданий агентства «Роспечать». Также включен в каталог подписных изданий Объединённого каталога «Пресса России» ([www.pressa-rg.ru](http://www.pressa-rg.ru) под индексом 53720).

Подписаться на журнал можно в любом отделении связи, распространяется журнал на территории Российской Федерации. Подписку можно оформить на квартал, на полгода или на год.

Журнал «Вестник РГУПС» бесплатно рассылается всем отраслевым вузам, в ряд вузов Министерства образования и науки России, центральным и зональным научно-техническим библиотекам, НИИ информации.

#### **Почтовый адрес редакции:**

344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2.

Ростовский государственный университет путей сообщения.

Редакция журнала «Вестник РГУПС».

Телефон: +7 (863) 272-62-74. Факс: +7 (863) 255-37-85.

E-mail: [pmv\\_nis@rgups.ru](mailto:pmv_nis@rgups.ru) ; [nis@rgups.ru](mailto:nis@rgups.ru) (дополнительный).

Архив журнала и требования по оформлению статей размещены на сайте <http://vestnik.rgups.ru>.

*Научное издание*

**ВЕСТНИК  
Ростовского государственного университета  
путей сообщения**

Научно-технический журнал

**№ 1 (85)  
2022**

**Уважаемые читатели!**  
**Вы можете подписаться на наш журнал на сайте [www.pressa-rgf.ru](http://www.pressa-rgf.ru).**  
**Индекс журнала по каталогу 53720**

**Полнотекстовая версия статей находится в открытом доступе на сайте  
Российской научной электронной библиотеки: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)  
Журнал обрабатывается в системах индексов научного цитирования  
РИНЦ и Science Index**

**Требования к оформлению статей размещены на сайте  
<http://vestnik.rgups.ru>**

Редакторы: А.В. Артамонов, Т.В. Бродская,  
Т.И. Исаева, Т.М. Чеснокова, К.И. Паханова  
А.П. Кононенко (английский текст)

Корректоры: А.В. Артамонов, Т.В. Бродская,  
Т.И. Исаева, Т.М. Чеснокова, К.И. Паханова  
А.П. Кононенко (английский текст)

Оригинал-макет журнала подготовлен А.О. Полуниной

---

Подписано в печать 30.03.2022.

Дата выхода в свет 31.03.2022.

Печать офсетная.

Знак информационной продукции 16+.

Формат 60×84/8.

Усл. печ. л. 23,01

Тираж 510 экз.

Цена свободная.

Бумага офсетная.

Изд. № 11.

Заказ 227.

---

**Учредитель:**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Ростовский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО РГУПС)**

**Адрес университета, издателя, редакции:  
344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2.**

**Телефон редакции +7 (863) 272-62-74; факс +7 (863) 255-37-85.**

**E-mail: [pmv\\_nis@sci.rgups.ru](mailto:pmv_nis@sci.rgups.ru); [nis@rgups.ru](mailto:nis@rgups.ru)**

**Адрес типографии**

**Отпечатано в «ООО Бейк Бренд Рус».**

**344069, г. Ростов-на-Дону, ул. Вавилова, 53.**

**E-mail: [bbr\\_company@mail.ru](mailto:bbr_company@mail.ru). Телефон +7 (960) 460-24-70.**