

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.891 : 541 + 06

*М.В. Бойко, И.В. Колесников, С.Ф. Ермаков, Т.Г. Бойко, А.А. Бичеров***ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИМИ ПРИСАДКАМИ ***

Аннотация. Изучено влияние комплексообразующих присадок на процессы формирования граничных смазывающих поверхностных пленок при трении в среде вазелинового масла. Модифицирование минерального масла комплексонами повышает его антифрикционные свойства и максимальную несущую способность. Комплексоны растворяют поверхностную оксидную пленку, в результате активируют реакции, приводящие к формированию вторичных поверхностных структур. Граничные смазывающие пленки образуются из молекул углеводородов вазелинового масла при воздействии неокисленного железа.

Ключевые слова: смазочный материал, граничное трение, поверхностные пленки, комплексоны, антифрикционные свойства.

Для цитирования:

Повышение эксплуатационных свойств минеральных масел комплексообразующими присадками / М.В. Бойко, И.В. Колесников, С.Ф. Ермаков, Т.Г. Бойко, А.А. Бичеров // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 8–14.

*M.V. Boiko, I.V. Kolesnikov, S.F. Ermakov, T.G. Boiko, A.A. Bicherov***INCREASING THE EFFECTIVENESS OF MINERAL OILS WITH COMPLEXING ADDITIVES**

Abstract. The effect of complexing additives on the formation of the boundary lubricating surface films during friction in a liquid paraffin was studied. The modification of mineral oil with complexones increases its antifriction properties and maximum bearing capacity. The complexones dissolve the surface oxide film and, as a result, activate the reactions leading to the formation of secondary surface structures. The boundary lubricating films are formed from hydrocarbon molecules of liquid paraffin when exposed to non-oxidized iron.

Keywords: lubricant, boundary friction, surface films, complexones, antifriction properties.

For citation:

Increasing the effectiveness of mineral oils with complexing additives / M.V. Boiko, I.V. Kolesnikov, S.F. Ermakov, T.G. Boiko, A.A. Bicherov // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 8–14.

Сведения об авторах**Бойко Михаил Викторович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
лаборатория «Функциональные покрытия»,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
e-mail: mikle-1@list.ru

Information about the authors**Boiko Mikhail Viktorovich,**

Rostov State Transport University (RSTU),
Laboratory «Functional Coatings»,
Candidate of Engineering Sciences,
Leading Researcher,
e-mail: mikle-1@list.ru

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и БРФФИ в рамках научного проекта № 20-58-00004.

Колесников Игорь Владимирович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
научно-исследовательская лаборатория
«Нанотехнологии и новые материалы»,
доктор технических наук,
заведующий лабораторией,
e-mail: ivkolesnikov@bk.ru

Ермаков Сергей Федорович

Гомельский государственный университет
им. Франциска Скорины,
кафедра общей физики,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: erm-s@yandex.ru

Бойко Татьяна Григорьевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
лаборатория «Функциональные покрытия»
НИЦ НТ НИЧ,
инженер,
e-mail: geopod@mail.ru

Бичеров Александр Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
лаборатория «Функциональные покрытия»
НИЦ НТ НИЧ,
младший научный сотрудник,
e-mail: aabicherov@yandex.ru

Kolesnikov Igor Vladimirovich,

Rostov State Transport University (RSTU),
Scientific and Research Laboratory
«Nanotechnology and New Material»,
Doctor of Engineering Sciences,
Head of the Laboratory,
e-mail: ivkolesnikov@bk.ru

Ermakov Sergey Fedorovich

Francisk Skorina Gomel State University,
Chair «General Physics»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: erm-s@yandex.ru

Boiko Tatyana Grigorevna,

Rostov State Transport University (RSTU),
Laboratory «Functional Coatings»,
Engineer,
e-mail: geopod@mail.ru

Bicherov Alexander Alexandrovich,

Rostov State Transport University (RSTU),
Laboratory «Functional Coatings»,
Junior Researcher,
e-mail: aabicherov@yandex.ru

УДК 621.89.004.69 + 06

Д.С. Мантуров

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРИБОСИСТЕМ

Аннотация. Рассмотрены возможности управления трибологическими и физико-механическими свойствами металлополимерных трибосистем. Представлены результаты исследований гибридных композитов на основе фенилона С-2, а также вакуумных ионно-плазменных покрытий системы TiAlN и CrAlSiN. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения механоактивации к наноразмерным гибридным наполнителям и использования гетерогенной структуры для износостойких покрытий.

Ключевые слова: металлополимерная трибосистема, PVD-покрытия, модификация, трибологические свойства, физико-механические свойства.

Для цитирования:

Мантуров, Д.С. Методы повышения износостойкости металлополимерных и металлических трибосистем / Д.С. Мантуров // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 15–24.

D.S. Manturov

METHODS FOR INCREASING WEARING RESISTANCE OF METAL POLYMER AND METAL TRIBOSYSTEMS

Abstract. The possibilities of controlling the tribological and physic mechanical properties of the metal-polymer tribosystems are considered. The results of studies of hybrid composites based on phenylone C-2, as well as vacuum ion-plasma coatings of the TiAlN and CrAlSiN systems, are presented. The results obtained indicate the promise of applying mechanical activation to nanoscale hybrid fillers and the use of a heterogeneous structure for wear-resistant coatings.

Keywords: metal-polymer tribosystem, PVD coatings, modification, tribological properties, physical and mechanical properties.

For citation:

Manturov, D.S. Methods for increasing wearing resistance of metal polymer and metal tribosystems / D.S. Manturov // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 15–24.

Сведения об авторах

Мантуров Дмитрий Сергеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретическая механика»,
заведующий лабораторией,
e-mail: manturovds@rgups.ru

Information about the authors

Manturov Dmitriy Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Mechanics»,
Head of the Laboratory,
e-mail: manturovds@rgups.ru

УДК 336.14

А.Ю. Пелипенко, А.Т. Рыбак

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ ПЛУНЖЕРНЫХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация. Разработан гидромеханический привод стенда с рекуперацией энергии для испытаний плунжерных гидроцилиндров. Приведены результаты теоретических исследований математической модели стенда. Для оценки экономической эффективности процесса испытаний гидравлических цилиндров предложен «коэффициент эффективности испытаний». Выявлены конструктивные и функциональные параметры системы испытания плунжерных гидроцилиндров, оказывающие существенное влияние на коэффициент эффективности.

Ключевые слова: плунжерные гидравлические цилиндры, ресурсные испытания, рекуперация энергии, испытательный стенд, коэффициент эффективности.

Для цитирования:

Пелипенко, А.Ю. Теоретические исследования процесса испытаний плунжерных гидроцилиндров с рекуперацией энергии / А.Ю. Пелипенко, А.Т. Рыбак // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 25–35.

A.Yu. Pelipenko, A.T. Rybak

THEORETICAL STUDIES OF THE PLUNGER HYDROCYLINDERS` TESTING PROCESS WITH ENERGY RECOVERY

Abstract. A hydromechanical drive of the bench with energy recovery for testing plunger hydraulic cylinders has been developed. The results of theoretical studies of the mathematical model of the stand are presented. To evaluate the economic efficiency of the test process of hydraulic cylinders, a «test efficiency coefficient» is proposed. The structural and functional parameters of the test system for plunger hydraulic cylinders that have a significant impact on the efficiency coefficient are revealed.

Keywords: hydraulic cylinders, testing, test bench, energy recovery re, efficiency coefficient.

For citation:

Pelipenko, A.Yu. Theoretical studies of the plunger hydrocylinders` testing process with energy recovery / A.Yu. Pelipenko, A.T. Rybak // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 25–35.

Сведения об авторах

Рыбак Александр Тимофеевич

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Приборостроение и биомедицинская инженерия»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: 2130373@mail.ru

Пелипенко Алексей Юрьевич

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Приборостроение и биомедицинская инженерия»,
аспирант,
e-mail: pelipenko16a@mail.ru

Information about the authors

Rybak Alexander Timofeyevich

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Tool and Biomedical Engineering»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: 2130373@mail.ru

Pelipenko Aleksey Yurievich

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Tool and Biomedical Engineering»,
Postgraduate,
e-mail: pelipenko16a@mail.ru

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 629.423.016.1

А.А. Бакланов, К.И. Доманов, О.Д. Юрасов

ТЯГОВЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В СТРУКТУРЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ ПОЛИГОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Приведены основные направления развития железнодорожного транспорта России, которые в настоящее время являются наиболее приоритетными. Представлены стратегически важные транспортные коридоры, пролегающие через сети железнодорожных полигонов. В данной работе отражены теоретические исследования тяговых возможностей перспективного тягового электрического подвижного состава, которые позволят значительно увеличить весовые нормы поездов. Графически показано изменение касательной силы тяги и мощности магистральных грузовых и пассажирских электровозов, эксплуатирующихся на участках различного рода тока в зависимости от

скорости движения поездов по тяговым плечам. Приведены основные параметры новых серий электрического подвижного состава. Описана методика определения энергетических показателей магистральных грузовых электровозов с учетом коэффициента влияния массы локомотива и массы поезда на удельный расход электроэнергии на тягу поездов.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав нового поколения, электроподвижной состав, технология эксплуатации, двухсистемный электровоз, удельный расход электроэнергии, полигон.

Для цитирования:

Бакланов, А.А. Тяговый подвижной состав нового поколения в структуре управления перевозочным процессом с использованием принципов полигонных технологий / А.А. Бакланов, К.И. Доманов, О.Д. Юрасов // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 36–44.

A.A. Baklanov, K.I. Domanov, O.D. Yurasov

NEW GENERATION OF THE TRACTION ROLLING STOCK IN CONTROL STRUCTURE OF TRANSPORTATION PROCESS USING LANDFILL TECHNOLOGICAL PRINCIPLES

Abstract. The article presents the main directions of the railway transport development in Russia, which are currently at the highest priority. It is resented the strategically important transport corridors, running through the network of the railway landfills. This paper reflects the theoretical studies of the potential of the traction electric rolling stock, which will significantly increase the weight train standards. It is graphically showed the change in the tangential traction force and the power of the main freight and passenger electric locomotives operating in different current sections depending on the train speed along the traction arms. The main parameters of the new series of the electric rolling stock are given. A method for determining the energy performance of the main freight electric locomotives is described, taking into account the coefficient of influence of the locomotive mass and train mass on the specific electric power consumption for train traction.

Keywords: traction rolling stock of a new generation, electric rolling stock, operation technology, two-system electric locomotive, specific energy consumption, landfill.

For citation:

Baklanov, A.A. New generation of the traction rolling stock in control structure of transportation process using landfill technological principles / A.A. Baklanov, K.I. Domanov, O.D. Yurasov // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 36–44.

Сведения об авторах

Бакланов Александр Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Подвижной состав электрических железных дорог»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: aleksbakl@mail.ru

Доманов Кирилл Иванович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Подвижной состав электрических железных дорог»,
аспирант,
e-mail: domanov35@gmail.com

Information about the authors

Baklanov Alexander Alekseevich

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Rolling Stock of Electric Railways»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: aleksbakl@mail.ru

Domanov Kirill Ivanovich

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Rolling Stock of Electric Railways»,
Postgraduate,
e-mail: domanov35@gmail.com

Юрасов Олег Дмитриевич

Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Подвижной состав электрических
железных дорог»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: yurasov_oleg@mail.ru

Yurasov Oleg Dmitrievich

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Rolling Stock of Electric Railways»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: yurasov_oleg@mail.ru

УДК 658.5.011

А.А. Комяков

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация. Статья посвящена вопросам разработки методов оценки фактической энергетической эффективности мероприятий, внедряемых в производственных процессах железнодорожного транспорта. Предложен алгоритм оценки энергоэффективности в зависимости от типа применяемого мероприятия, и представлены примеры расчета для каждой группы классификации. В качестве наиболее универсального предложен метод, основанный на статистическом анализе выборок расхода энергоресурсов и соответствующих ему значений влияющих факторов, с последующей оценкой статистической значимости достигнутой в производственных процессах экономии энергоресурсов с учетом законов распределения выборок энергопотребления. На основании предложенных подходов разработана унифицированная методика, которая внедрена на сети железных дорог и проходит апробацию.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, энергоэффективность, топливно-энергетические ресурсы, закон распределения.

Для цитирования:

Комяков, А.А. Разработка методов оценки эффективности мероприятий по организации ресурсосберегающих производственных систем железнодорожного транспорта / А.А. Комяков // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 45–53.

А.А. Komyakov

DEVELOPMENT OF METHODS FOR ESTIMATING THE ENERGY EFFICIENCY OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SOLUTIONS ON RAILWAY TRANSPORT

Abstract. The paper is devoted to the development of methods for estimating the actual energy efficiency of organizational and technical solutions on railway transport. An algorithm for estimating the energy efficiency depending on the type of organizational and technical solutions is proposed. Calculation examples for each classification group are presented. A method based on a statistical analysis of energy consumption and the corresponding values of influencing factors is proposed. Assessment of the statistical significance of energy savings achieved in production processes, taking into account the laws of distribution of energy consumption samples is proposed. The unified methodology which is implemented on the railway network has been developed.

Keywords: railway transport, planning, energy efficiency, fuel and energy resources, distribution law.

For citation:

Комьяков, А.А. Development of methods for estimating the energy efficiency of organizational and technical solutions on railway transport / А.А. Комьяков // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 45–53.

Сведения об авторах

Комьяков Александр Анатольевич
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС)
кафедра «Теоретическая электротехника»,
кандидат технических наук, доцент.

Учебно-методический центр
по энергосбережению и повышению
энергоэффективности,
руководитель центра,
e-mail: tskom@mail.ru

Information about the authors

Komyakov Aleksandr Anatolievich
Omsk State Transport University (OmSTU),
Chair «Theoretical Electrical Engineering»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor.

Educational and Methodical Center for Energy
Saving and Energy Efficiency,
Head of the Center,
e-mail: tskom@mail.ru

УДК 658.588 : 658.562 + 06

Д.М. Кузнецов, А.Г. Хвостиков, В.Л. Гапонов

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЙ СТАНДАРТА IRIS ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МЕНЕДЖМЕНТА
КАЧЕСТВА РЕМОНТА ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Аннотация. Внедрение стандарта железнодорожной промышленности IRIS позволит отечественным предприятиям повысить эффективность бизнеса и улучшить качество и надежность железнодорожной продукции, предприятия на местах сталкиваются с серьёзными проблемами по внедрению элементов этого стандарта. Главным препятствием внедрения является то, что требования IRIS излагаются общими словами, без реальной конкретики. На примере ремонта тягового подвижного состава показана интерпретация требования стандарта IRIS с помощью классических «семи простых инструментов качества». Выявлены основные факторы, влияющие на качество пропитки лаком тягового электродвигателя.

Ключевые слова: стандарт IRIS, качество ремонта, диаграмма Ишикавы, намотка, пропитка лаком, тяговый электродвигатель, эффективность бизнеса.

Для цитирования:

Кузнецов, Д.М. Реализация положений стандарта IRIS для улучшения менеджмента качества ремонта тягового подвижного состава / Д.М. Кузнецов, А.Г. Хвостиков, В.Л. Гапонов // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 54–61.

D.M. Kuznetsov, A.G. Khvostikov, V.L. Gaponov

**IRIS STANDARD IMPLEMENTATION FOR IMPROVEMENT QUALITY MANAGEMENT
IN REPAIR OF TRACTION ROLLING STOCK**

Abstract. The implementation of the railway industry standard IRIS will help national companies to enhance business performance and to increase the quality and reliability of railway products. However, the companies at sites face serious challenges while implementing the components of this standard. The main obstacle is lack of specifics, as the IRIS requirements are expressed in broad terms. Based on the example of repair of traction rolling stock,

we aim to interpret the requirement of the IRIS standard through the simple «7 classic quality tools». The paper also shows the main factors influencing the quality of a traction electric motor's varnish treatment.

Keywords: IRIS standard, repair quality, Ishikawa diagram, winding, varnish impregnation, traction motor, business efficiency.

For citation:

Kuznetsov, D.M. IRIS standard implementation for improvement quality management in repair of traction rolling stock / D.M. Kuznetsov, A.G. Khvostikov, V.L. Gaponov // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 54–61.

Сведения об авторах

Кузнецов Дмитрий Михайлович

Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова (НПИ), кафедра «Экология и производственная безопасность».

Донской государственный технический университет (ДГТУ), кафедра «Безопасность технологических процессов и производств», доктор технических наук, профессор, e-mail: kuznetsovdm@mail.ru

Хвостиков Андрей Георгиевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Безопасность жизнедеятельности», кандидат технических наук, доцент, e-mail: xvost72@mail.ru

Гапонов Владимир Лаврентьевич

Донской государственный технический университет (ДГТУ), кафедра «Безопасность технологических процессов и производств», доктор технических наук, профессор, e-mail: v.gaponov6591@yandex.ru

Information about the authors

Kuznetsov Dmitry Mikhailovich

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Chair «Ecology and Industrial Safety».

Don State Technical University (DSTU), Chair «Safety of Technological Processes and Productions», Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: kuznetsovdm@mail.ru

Khvostikov Andrey Georgievich

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Life safety», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, e-mail: xvost72@mail.ru

Gaponov Vladimir Lavrentyevich

Don State Technical University (DSTU), Chair «Safety of Technological Processes and Productions», Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: v.gaponov6591@yandex.ru

УДК 629.4.077 : 629.4.087 + 06

С.А. Сметанин, В.А. Войтенко, Я.К. Склифус

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКОВОГО ТОРМОЗА
С ВРАЩЕНИЕМ КОЛОДКИ**

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований качественно новой схемы построения дискового тормоза с вращением тормозной колодки под действием момента силы трения фрикционного взаимодействия. Установлены экспериментальные зависимости в виде аппроксимационных функций коэффициента трения скольжения от угловых скоростей вращения тормозного диска и тормозной колодки, а также от силы прижатия колодки к диску для различных фрикционных пар. По

результатам планирования эксперимента получены регрессионные модели, отражающие закономерности и особенности фрикционного взаимодействия при сложном относительном движении точек взаимодействующих фрикционных поверхностей для различных фрикционных пар. Приводятся результаты сравнительного анализа средних значений температур тормозного диска и тормозной колодки, а также градиентов температур термического следа на поверхности тормозного диска для тормозного блока с неподвижной тормозной колодкой в форме скругленного сектора и для тормозного блока с вращением тормозной колодки в форме сплошного диска.

Ключевые слова: дисковый тормоз, тормозной блок с вращением колодки, фрикционное взаимодействие, фрикционная пара, коэффициент трения, планирование эксперимента, регрессионный анализ.

Для цитирования:

Сметанин, С.А. Экспериментальные исследования дискового тормоза с вращением колодки / С.А. Сметанин, В.А. Войтенко, Я.К. Склифус // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 62–71.

S.A. Smetanin, V.A. Voitenko, Ya.K. Sklifus

EXPERIMENTAL RESEARCH OF DISK BRAKES WITH ROTATION OF THE PAD

Abstract. The results of experimental studies of a qualitatively new scheme for constructing a disc brake with rotation of the brake pad under the action of the friction force moment of friction interaction are presented. The experimental dependences are established in the form of approximation functions of the sliding friction coefficient on the angular velocities of rotation of the brake disc and brake pad, as well as on the force of pressing the pad against the disc for various friction pairs. Based on the results of the experimental design, regression models were obtained that reflect the laws and characteristics of the frictional interaction with complex relative motion of the points of the interacting friction surfaces for various friction pairs. The results of a comparative analysis of the average temperatures of the brake disc and the brake pad, as well as the temperature gradients of the thermal trace on the surface of the brake disc for a brake block with a fixed brake shoe in the form of a rounded sector and for a brake block with rotation of the brake shoe in the form of a solid disk, are presented.

Keywords: disc brake, brake block with pad rotation, friction interaction, friction pair, friction coefficient, experiment planning, regression analysis.

For citation:

Smetanin, S.A. Experimental research of disk brakes with rotation of the pad / S.A. Smetanin, V.A. Voitenko, Ya.K. Sklifus // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 62–71.

Сведения об авторах

Сметанин Сергей Александрович
Луганский национальный университет
им. В. Даля,
кафедра железнодорожного транспорта,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: tzi.cta.ltz@gmail.com

Войтенко Владимир Афанасьевич
Луганский национальный университет
им. В. Даля,
кафедра микро- и нанoeлектроники,
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой,
e-mail: vlvoitenko@gmail.com

Information about the authors

Smetanin Sergey Aleksandrovich
Lugansk National University named after V. Dal,
Chair of Railway Transport,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: tzi.cta.ltz@gmail.com

Voitenko Vladimir Afanasyevich
Lugansk National University named after V. Dal,
Chair of Micro- and Nanoelectronics,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor, Head of the Chair,
e-mail: vlvoitenko@gmail.com

Склифус Ярослав Константинович

Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: keiser@i.ua

Sklifus Yaroslav Konstantinovich

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

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

УДК 681.325

Г.Е. Веселов, Б.К. Лебедев, О.Б. Лебедев

ГИБРИДНЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РОЕМ ГОМОГЕННЫХ РОБОТОВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ПРОСТРАНСТВА *

Аннотация. Применение стратегии интеллектуального управления позволяет по-новому рассматривать вопрос разработки систем управления роем гомогенных роботов в условиях ограниченного пространства и неопределенности внешней среды с учетом таких качественных показателей, как повышение надежности и повышение гибкости.

Современное применение группы роботов весьма многогранно, однако наиболее актуальные на сегодняшний день задачи в области их применения состоят в организации поведения мобильных гомогенных роботов в автоматизированных складских помещениях, формировании колонны боевых роботов при прохождении узких участков местности, а также формировании строя при зондировании местности беспилотными летательными аппаратами. При этом задачу мониторинга области предлагается решать путем разработки моделей группового поведения роботов на основе силовой релаксации и синтеза интеллектуальной системы управления группой мобильных роботов, т.е. автоматического перестроения в условиях неопределенностей и препятствий, поиска цели, построения оптимальной траектории достижения цели.

Для успешного выполнения вышеперечисленных задач был разработан алгоритм на основе интеграции роевого интеллекта и генетической эволюции. В работе описывается модифицированная парадигма, обеспечивающая возможность поиска решений в аффинном пространстве позиций с целочисленными значениями параметров.

Ключевые слова: интеллектуальное управление, рой гомогенных роботов, ограниченное пространство, многоагентная система, бионический поиск, роевой интеллект, генетическая эволюция, аффинное пространство поиска.

Для цитирования:

Веселов, Г.Е. Гибридный алгоритм управления роем гомогенных роботов в условиях ограниченного пространства / Г.Е. Веселов, Б.К. Лебедев, О.Б. Лебедев // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 72–82.

G.E. Veselov, B.K. Lebedev, O.B. Lebedev

A HYBRID ALGORITHM FOR MANAGING A HIVE OF HOMOGENEOUS ROBOTS IN CONDITIONS OF A LIMITED SPACE

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-07-00645 А.

Abstract. The application of the intelligent control strategy allows us to consider in a new way the issue of developing systems for controlling a hive of homogeneous robots in conditions of limited space and environmental uncertainty, taking into account such qualitative indicators as increased reliability and increased flexibility.

The modern application of the group of robots is very multifaceted, however, the most urgent tasks in the field of their application today are to organize the behavior of mobile homogeneous robots in automated storage facilities, the formation of a column of combat robots during the passage of narrow sections of the terrain and the formation of the system when probing the terrain by unmanned aerial vehicles. At the same time, it is proposed to solve the problem of monitoring the region by developing models of the group behavior of robots based on force relaxation and the synthesis of an intelligent control system for a group of mobile robots, i.e. automatic rebuilding in the face of uncertainties and obstacles, finding a goal, building an optimal trajectory of achieving a goal.

To successfully complete the above tasks, an algorithm was developed based on the integration of the hive intelligence and genetic evolution. The paper describes a modified paradigm that provides, the ability to search for solutions in the affine space of positions with integer parameter values.

Keywords: intelligent control, hive of homogeneous robots, limited space, multi-agent system, bionic search, hive intelligence, genetic evolution, and affine search space.

For citation:

Veselov, G.E. A hybrid algorithm for managing a hive of homogeneous robots in conditions of a limited space / G.E. Veselov, B.K. Lebedev, O.B. Lebedev // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 72–82.

Сведения об авторах

Веселов Геннадий Евгеньевич

Южный федеральный университет (ЮФУ),
Институт компьютерных технологий
и информационной безопасности,
доктор технических наук, доцент, директор,
e-mail: gev@sfedu.ru

Лебедев Борис Константинович

Южный федеральный университет (ЮФУ),
кафедра систем автоматизированного
проектирования,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: lebedev.b.k@gmail.com

Лебедев Олег Борисович

Южный федеральный университет (ЮФУ),
кафедра систем автоматизированного
проектирования,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: lebedev.ob@mail.ru

Information about the authors

Veselov Gennady Evgenievich

Southern Federal University (SFU),
Institute of Computer Technology
and Information Security,
Doctor of Engineering Sciences,
Associate Professor, Director,
e-mail: gev@sfedu.ru

Lebedev Boris Konstantinovich

Southern Federal University (SFU),
Chair «Computer Aided Design»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: lebedev.b.k@gmail.com

Lebedev Oleg Borisovich

Southern Federal University (SFU),
Chair «Computer Aided Design»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor.
e-mail: lebedev.ob@mail.ru

УДК 656.078.11 ; 656.27

*А.Г. Галкин, В.В. Зубков, Н.Ф. Сирина***КОНЦЕПЦИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА**

Аннотация. Рассмотрена концепция виртуальной системы интеграции взаимодействия субъектов транспортно-информационного пространства. Представлена концептуальная модель виртуальной системы интеграции, при построении которой за основу принято стратифицированное представление когнитивной квотированной информационной системы. Построена целевая информационная архитектура системы определения оптимальных вариантов решений. Разработаны механизм определения минимального значения показателя объема информационного потока и методология построения матрицы показателей, применяемых при анализе, моделировании и определении оптимальных вариантов развития транспортных услуг и экономических показателей развития регионов страны.

Ключевые слова: система интеграции, транспортно-информационное пространство, транспортные услуги, информационные данные, матрица показателей.

Для цитирования:

Галкин, А.Г. Концепция виртуальной системы интеграции взаимодействия субъектов транспортно-информационного пространства / А.Г. Галкин, В.В. Зубков, Н.Ф. Сирина // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 83–92.

*A.G. Galkin, V.V. Zubkov, N.F. Sirina***A CONCEPT OF VIRTUAL INTEGRATION SYSTEM OF INTERACTION SUBJECTS OF THE TRANSPORT AND INFORMATION SPACE**

Abstract. The concept of a virtual system for integrating interaction between transport and information space subjects is considered. The paper presents a conceptual model of a virtual integration system, which is based on a stratified representation of a cognitive quota information system. The target information architecture of the system for determining optimal solutions is constructed. A mechanism for determining the minimum value of the indicator of the volume of information flow and a methodology for building a matrix of indicators used in the analysis, modeling and determination of optimal options for the development of transport services and economic indicators of the country's regions have been developed.

Keywords: integration system, transport and information space, transport services, information data, matrix of indicators.

For citation:

Galkin, A.G. A concept of virtual integration system of interaction subjects of the transport and information SPACE / A.G. Galkin, V.V. Zubkov, N.F. Sirina // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 83–92.

Сведения об авторах

Галкин Александр Геннадьевич
Уральский государственный университет путей
сообщения (УрГУПС),
кафедра «Электроснабжение транспорта»,
доктор технических наук, профессор, ректор,
e-mail: AGalkin@usurt.ru

Information about the authors

Galkin Alexander Gennadyevich
Ural State University of Railway Transport
(USURT),
Chair «Power Supply of Transport»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Rector,
e-mail: AGalkin@usurt.ru

Зубков Валерий Валерьевич

АО «Федеральная Грузовая Компания»,
Московское представительство,
департамент производственной инфраструктуры,
кандидат технических наук,
заместитель начальника департамента,
e-mail: zubkovvv1973@gmail.com

Zubkov Valeriy Valeryevich

JSC «Federal Freight Transport Company»,
Moscow Office,
Department of Production Infrastructure,
Candidate of Engineering Sciences,
Deputy Head of the Department,
e-mail: zubkovvv1973@gmail.com

Сирина Нина Фридриховна

Уральский государственный университет путей
сообщения (УрГУПС),
кафедра «Вагоны»,
доктор технических наук, профессор,
проректор по учебной работе и связям
с производством,
e-mail: Nsirina@usurt.ru

Sirina Nina Fridrikhovna

Ural State University of Railway Transport
(USURT),
Chair «Wagons»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Vice-Rector for Training and Production Relations,
e-mail: Nsirina@usurt.ru

УДК 656.257 + 06

А.Н. Шабельников, С.М. Ковалев, И.А. Ольгейзер, А.В. Суханов

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВАГОННЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕДИНЕНИЯ СВИДЕТЕЛЬСТВ *

Аннотация. На примере одного из устройств горочной автоматизации авторами разработан новый подход к диагностированию напольного оборудования железнодорожной сортировочной горки, основанный на использовании нового класса адаптивных нейронечетких моделей, отражающих динамику процессов. Базу знаний диагностической модели составляют нечеткие темпоральные правила, на основании которых выносятся решения путем слияния информации по схеме комбинирования свидетельств Демпстера – Шафера.

Разработан алгоритм вероятностной оценки технического состояния вагонных замедлителей, основанный на объединении формализма нечеткой логики и теории свидетельств Демпстера – Шафера.

Ключевые слова: вагонный замедлитель, базовые вероятности, комбинирование свидетельств, нейронечеткая адаптивная модель, темпоральная формула.

Для цитирования:

Оценка технического состояния вагонных замедлителей на основе адаптивной модели объединения свидетельств / А.Н. Шабельников, С.М. Ковалев, И.А. Ольгейзер, А.В. Суханов // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 93–102.

A.N. Shabelnikov, S.M. Kovalev, I.A. Olgeyzer, A.V. Sukhanov

TECHNICAL STATE ASSESSMENT ALGORITHM FOR CAR RETARDER BASED ON THE HYBRID MODEL OF EVIDENCE COMBINATION

Abstract. The paper proposes an algorithm for probabilistic assessment of hump yard outdoor equipment condition on the example of the car retarder assessment. The algorithm is based on new adaptive fuzzy-neural models reflecting process dynamics. The knowledge base

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 19-07-00263, № 19-07-00195, № 20-07-00100.

of the utilized models contains fuzzy temporal rules, which allow to make the decision on the basis of data fusion via evidence combination scheme of Dempster – Shaffer.

The algorithm for assessment of the technical state of the car retarders is presented in the paper. The key idea of the algorithm is the union of the fuzzy logic formalism and Dempster – Shafer theory.

Keywords: car retarder, braking efficiency, basic probabilities, operability, elementary hypothesis, normalization, iterative procedure.

For citation:

Technical state assessment algorithm for car retarder based on the hybrid model of evidence combination / A.N. Shabelnikov, S.M. Kovalev, I.A. Olgezyer, A.V. Sukhanov // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 93–102.

Сведения об авторах

Шабельников Александр Николаевич

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), доктор технических наук, профессор, директор Ростовского филиала, заместитель генерального директора, e-mail: shabelnikov@rfniias.ru

Ковалев Сергей Михайлович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», доктор технических наук, профессор.

Ростовский филиал АО «НИИАС» (РостФ НИИАС),

Центр инновационных и интеллектуальных технологий на железнодорожном транспорте (ЦИИТ), начальник центра, e-mail: ksm@rfniias.ru

Ольгейзер Иван Александрович

Ростовский филиал АО «НИИАС» (РостФ НИИАС), отдел автоматизированных систем управления цифровой станции, кандидат технических наук, начальник отдела, e-mail: olgezyer@rfniias.ru

Суханов Андрей Валерьевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Вычислительная техника и автоматизированные системы управления», кандидат технических наук, доцент.

Ростовский филиал АО «НИИАС» (РостФ НИИАС),

Центр инновационных и интеллектуальных

Information about the authors

Shabelnikov Alexander Nikolaevich

JSC Scientific Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport (NIIAS), Doctor of Engineering Sciences, Professor, Director of the Rostov Branch, Deputy General Director, email: shabelnikov@rfniias.ru

Kovalev Sergey Mikhailovich

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Automation and Remote Control on Railway Transport», Doctor of Engineering Sciences, Professor.

Rostov Branch of JSC «NIIAS» (RostF NIIAS), Center for Innovative and Intelligent Technologies on Railway Transport (CIIT),

Chief of the Center, e-mail: ksm@rfniias.ru

Olgezyer Ivan Alexandrovich

Rostov Branch of JSC «NIIAS» (RostF NIIAS), Department of Digital Station Automation, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department, e-mail: olgezyer@rfniias.ru

Sukhanov Andrey Valerevich

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Computers and Automated Control Systems», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor.

Rostov Branch of JSC «NIIAS» (RostF NIIAS), Center for Innovative and Intelligent Technologies on Railway Transport (CIIT),

технологий на железнодорожном транспорте
(ЦИИТ),
заместитель начальника,
e-mail: a.suhanov@rfniias.ru

Vice-Head of the Center,
e-mail: a.suhanov@rfniias.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 656.073.46 + 06

В.М. Задорожний, В.Н. Малоземов, В.А. Богачев

ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД В МОДЕЛИРОВАНИИ ГРУЗОПОТОКОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПОЛИГОНЕ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Аннотация. В процессе моделирования рынка грузоперевозок с помощью метода экономико-географического разграничения «областей влияния» станций погрузки по существу исследуемых вопросов возникают классические алгебраические кривые высших порядков (а именно овалы Декарта и улитка Паскаля). Указанное обстоятельство означает, что производимые таким образом транспортно-логистические построения имеют достаточно фундаментальную математическую основу.

Предлагаемая авторами методика использования вычислительных, аналитических и графических возможностей математически ориентированных программных продуктов позволяет создавать территориальные модели процесса грузоперевозок на основе комплексной оценки инфраструктуры железнодорожного полигона и анализа качественных и количественных показателей деятельности грузовых компаний.

Ключевые слова: распределение грузопотоков, грузовые станции, классические алгебраические кривые, системы аналитических вычислений.

Для цитирования:

Задорожний, В.М. Экономико-географический метод в моделировании грузопотоков нефтепродуктов на полигоне Северо-Кавказской железной дороги / В.М. Задорожний, В.Н. Малоземов, В.А. Богачев // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 103–112.

V.M. Zadorozhnyi, V.N. Malozemov, V.A. Bogachev

ECONOMIC AND GEOGRAPHIC METHOD IN MODELING OIL PRODUCTS CARGO FLOWS ON THE NORTH-CAUCASIAN RAILWAY REGION

Abstract. In the process of modeling the freight market using the method of economic and geographical differentiation of the «areas of influence» of the loading stations, essentially higher-order classical algebraic curves arise (namely, Cartesian ovals and Pascal's snail). This circumstance means that the transport and logistic constructions produced in this way have a fairly fundamental mathematical basis.

The methodology proposed by the authors for using the computational, analytical and graphical capabilities of mathematically oriented software products allows creating territorial models of the freight transportation process on the basis of a comprehensive assessment of the railway landfill infrastructure and analysis of the qualitative and quantitative indicators of freight companies' activities.

Keywords: distribution of cargo flows, freight stations, classical algebraic curves, systems of analytical calculations.

For citation:

Zadorozhniy, V.M. Economic and geographic method in modeling oil products cargo flows on the North-Caucasian railway region / V.M. Zadorozhniy, V.N. Malozemov, V.A. Bogachev // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 103–112.

Сведения об авторах**Задорожний Вячеслав Михайлович**

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

Малоземов Владимир Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Начертательная геометрия и графика»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: stroit@rgups.ru

Богачев Виктор Алексеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Высшая математика»,
кандидат физико-математических наук, доцент,
e-mail: bogachev-va@yandex.ru

Information about the authors**Zadorozhniy Viacheslav Mikhailovich**

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

Malozemov Vladimir Nikolaevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Descriptive Geometry and Graphics»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: stroit@rgups.ru

Bogachev Viktor Alekseevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Higher Mathematics»,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associated Professor,
e-mail: bogachev-va@yandex.ru

УДК 656.073

П.А. Козлов, В.П. Козлова, Н.А. Тушин, Р.В. Писарева

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЕ ГРУЗОПОТОКОВ

Аннотация. Статья посвящена выбору оптимального множества транспортных средств для осуществления потоков заданной структуры. Речь идет об эффективном вложении средств в транспортные средства и грамотной технологии их использования.

Модель представляет собой граф, по дугам которого идут денежные средства. Каждой единице денежного потока соответствуют два параметра – перевезенный груз и полученный доход. В модели могут задаваться планы перевозок по регионам и видам транспорта, а также ограничения по денежным и грузовым потокам. Критерием является максимальный доход при выполнении ограничений. За невыполненный план назначается штраф.

Модель реализована для трех регионов и трех видов относительно взаимозаменяемых видов транспорта – крытых вагонов, контейнеров и автомобилей (фур). Приведены получаемые результаты.

Ключевые слова: инвестиции, транспортные средства, модель, оптимизация, перевозки.

Для цитирования:

Технология выбора эффективных транспортных средств при различной структуре грузопотоков / П.А. Козлов, В.П. Козлова, Н.А. Тушин, Р.В. Писарева // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 113–122.

P.A. Kozlov, V.P. Kozlova, N.A. Tushin, R.V. Pisareva

TECHNOLOGY FOR SELECTING EFFICIENT VEHICLES WITH DIFFERENT FREIGHTCARGO FLOW

Abstract. The article is devoted to the selection of optimal modes of vehicles for implementation flows of a given structure. It is given the effective investment in vehicles and competent technology for their use.

The model is graph money that goes along arcs. Each unit of cash flows corresponds to two parameters: the transported goods and the resulting income. The model can set transport plans for regions and modes of transport, as well as restrictions on cash and cargo flows. The criterion is the maximum profit when the restrictions are limited. If the plan is not executed it is assigned a penalty.

The model is implemented for three regions and three types of relatively interchangeable modes of transport: boxcar, containers and cars (trucks). The obtained results are presented.

Keywords: investments, vehicles, model, optimization, transportations.

For citation:

Technology for selecting efficient vehicles with different freightcargo flow / P.A. Kozlov, V.P. Kozlova, N.A. Tushin, R.V. Pisareva // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 113–122.

Сведения об авторах

Козлов Петр Алексеевич

Научно-производственных холдинг «СТРАТЕГ»,
доктор технических наук, профессор,
президент холдинга,
e-mail: laureate_k@mail.ru

Козлова Валерия Петровна

Научно-производственное предприятие
«Транспортный алгоритм»,
доктор экономических наук,
ведущий специалист,
e-mail: valeriek@mail.ru

Тушин Николай Андреевич

Уральский государственный университет путей
сообщения (УрГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной
работой»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: NTushin@zde.ru

Писарева Римма Видадиевна

Уральский государственный университет путей
сообщения (УрГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной
работой»,
аспирант,
e-mail: RPisareva@usurt.ru

Information about the authors

Kozlov Peter Alexeyevich

Research and Production Holding «STRATEG»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
President of the Holding,
e-mail: laureate_k@mail.ru

Kozlova Valeria Petrovna

Research and Production company
«Transport Algorithm»,
Doctor of Economic Sciences,
Leading Specialist,
e-mail: valeriek@mail.ru

Tushin Nikolay Andreyev

Ural State University of Railway Transport
(USURT),
Chair «Operations Management»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: NTushin@zde.ru

Pisareva Rimma Vidadiyevna

Ural State University of Railway Transport
(USURT),
Chair «Operations Management»,
Postgraduate,
e-mail: RPisareva@usurt.ru

УДК 656.254.5

Н.Ф. Сирина, О.А. Сисина

РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СЛУЧАЯ ВОЗНИКШИХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ВО ВРЕМЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. Любые происшествия, возникающие на железнодорожном транспорте во время перевозочного процесса, относятся к нештатным и чрезвычайным ситуациям. Последствия ситуаций нештатного и чрезвычайного характера (НиЧС) в зависимости от времени, затрачиваемого на реагирование службами, предназначенными для ликвидации такого рода происшествий, являются варьирующимися величинами и выражаются в материальном ущербе и ущербе жизни и здоровью человека. Увеличение времени реагирования служб приводит к росту ущерба от происшествий. Одним из определяющих временные задержки параметров в реагировании специальных служб и структур является время, затраченное на доведение до сведения всех должностных лиц структур железной дороги и других экстренных служб реагирования территориального образования, в пределах которого произошла чрезвычайная ситуация, информации о происшествии.

В работе анализируются результаты имитационного моделирования процесса информационного взаимодействия между структурами, задействованными в перевозочном процессе и в ликвидации нештатных и чрезвычайных ситуаций, возникших на железной дороге, с целью сокращения временных параметров доведения информации.

Ключевые слова: информационное взаимодействие, перевозочный процесс, нештатная и чрезвычайная ситуация, моделирование.

Для цитирования:

Сирина, Н.Ф. Результаты имитационного моделирования процесса информационного взаимодействия для случая возникших чрезвычайных ситуаций во время перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / Н.Ф. Сирина, О.А. Сисина // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 123–131.

N.F. Sirina, O.A. Sisina

THE SIMULATION RESULTS OF THE INFORMATION INTERACTION PROCESS FOR CASES OF EMERGENCIES DURING THE TRANSPORTATION PROCESS ON RAILWAY TRANSPORT

Abstract. Any accidents that occur on railway transport during the transportation process are considered as accidents and emergency situations. The consequences of these accidents and emergency situations, depending on the time spent on the response of services intended to eliminate such incidents, are variable in magnitude and are expressed in material damage and damage to life and health. Increased response time of services leads to increased damage from accidents. One of the parameters determining time delays in the response of special services and structures is the time spent on bringing information about the incident to all officials of the railway structures and other emergency response services of the territorial entity within which the emergency occurred.

The paper analyzes the results of simulation of the process of information interaction between the structures involved in the transportation process and in the elimination of emergency situations that occurred on the railway, in order to reduce the time parameters of information delivery.

Keywords: information interaction, transportation process, accidents and emergency situations, modeling.

For citation:

Sirina, N.F. The simulation results of the information interaction process for cases of emergencies during the transportation process on railway transport / N.F. Sirina, O.A. Sisina // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 123–131.

Сведения об авторах**Сирина Нина Фридриховна**

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),
кафедра «Вагоны»,
доктор технических наук, профессор,
проректор по учебной работе и связям с производством,
e-mail: Nsirina@usurt.ru

Сисина Ольга Андреевна

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России (УрИ ГПС МЧС России),
научный сотрудник,
e-mail: sisina_o@hotmail.com

Information about the authors**Sirina Nina Fridrikhovna**

Ural State University of Railway Transport (USURT),
Chair «Wagons»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Vice-Rector for Training and Production Relations,
e-mail: Nsirina@usurt.ru

Sisina Olga Andreyevna,

Ural Institute of the State Fire Service EMERCOM of Russia (UISFS of EMERCOM of Russia),
Research Associate,
e-mail: sisina_o@hotmail.com

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ И ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 625.12 + 06

В.Л. Шаповалов

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ТОННЕЛЕЙ

Аннотация. Рассмотрена возможность применения метода георадиолокации при диагностике состояния эксплуатируемых и вновь построенных железнодорожных и автомобильных тоннелей. Выполнен обзор отечественной и зарубежной литературы по выбранному направлению исследований. Рассмотрены виды дефектов, встречающиеся при эксплуатации тоннелей, и методы их контроля, в том числе и метод георадиолокации. Представлены основные особенности технологии обследования тоннелей методом георадиолокации. Показана эффективность метода при обследовании балластного слоя и обратного свода с выявлением зон неоднородности и увлажнения, тоннельной обделки с обнаружением дефектов и трещин. Представлены результаты обнаружения и позиционирования арматурного каркаса в слое железобетона, а также обследования контакта «грунт – обделка».

Эффективность метода георадиолокации проверена на действующих объектах. Использование предложенных методик позволит улучшить качество предпроектных изысканий и повысить безопасность дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: георадиолокация, диагностика железнодорожного пути, тоннели, дефекты, методики обработки.

Для цитирования:

Шаповалов, В.Л. Применение метода георадиолокации при обследовании тоннелей / В.Л. Шаповалов // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 132–143.

V.L. Shapovalov

THE APPLICATION OF A GPR METHOD IN THE INSPECTION OF TUNNELS

Abstract. The work is devoted to evaluating the possibility of the GPR method for diagnosing the condition of operated and newly built railway and road tunnels. The paper reviews domestic and foreign literature in the chosen research area. The types of defects encountered in the operation of tunnels and methods of their control, including the method of GPR, are considered. The paper presents the main features of the examination of a tunnel by means of GPR. The effectiveness of the method is shown when examining the ballast layer and the reverse arch with the detection of zones of heterogeneity and moisture, tunnel lining with the detection of defects and cracks. The results of detection and positioning of the reinforcement frame in a layer of reinforced concrete, as well as the examination of the contact «ground-lining» are shown.

The effectiveness of the GPR method has been tested on existing objects. The use of the proposed methods will improve the quality of pre-project surveys and increase the safety of further operation.

Keywords: GPR, diagnostics of railway, tunnels, defects, processing techniques.

For citation:

Shapovalov, V.L. The application of a GPR method in the inspection of tunnels / V.L. Shapovalov // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 132–143.

Сведения об авторах

Шаповалов Владимир Леонидович

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

Information about the authors

Shapovalov Vladimir Leonidovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Track and Track Facilities»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: cpd@rgups.ru

ТРАНСПОРТНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.311

И.В. Тарабин, Р.Б. Скоков, И.А. Терехин

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И РАСЧЕТА НАГРУЗОЧНЫХ ПОТЕРЬ

Аннотация. Потери электроэнергии – важнейший показатель энергетической эффективности электрических сетей, их снижение является частью программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности сетевых организаций. По показаниям приборов учета возможно определить фактический небаланс электроэнергии, однако потери электроэнергии, их составляющие, в целях анализа, определяются исключительно расчетными методами с присущими им допущениями и погрешностями. В рамках работы обобщены методы анализа и расчета нагрузочных потерь электроэнергии в электроэнергетических сетях. Выполнен сравнительный расчет потерь электрической энергии на участке сети 35 кВ ПАО «МРСК-Сибири».

Ключевые слова: потери электрической энергии, электроэнергетические сети, методы расчета потерь, погрешность расчетов, энергетическая эффективность.

Для цитирования:

Тарабин, И.В. Методы анализа и расчета нагрузочных потерь / И.В. Тарабин, Р.Б. Скоков, И.А. Терёхин // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 144–152.

I.V. Tarabin, R.B. Skokov, I.A. Terekhin

METHODS OF ANALYSIS AND CALCULATION OF LOAD LOSSES

Abstract. The electricity losses are the most important indicator of the energy efficiency of electric networks, their reduction is part of the program of energy conservation and energy efficiency of network organizations. According to the testimony of metering devices, it is possible to determine the actual imbalance of electricity, but the loss of electricity, their components, for analysis, are determined exclusively by calculation methods with their inherent assumptions and errors. In the framework of the work, methods of analysis and calculation of load losses of electricity in electric power networks are summarized. A comparative calculation of the loss of electric energy on the 35 kV network section of IDGC of Siberia, PJSC was performed.

Keywords: losses of electric energy, electric power networks, methods for calculating losses, calculation error, energy efficiency.

For citation:

Tarabin, I.V. Methods of analysis and calculation of load losses / I.V. Tarabin, R.B. Skokov, I.A. Terekhin // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 144–152.

Сведения об авторах**Тарабин Игорь Валерьевич**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Электроснабжение железнодорожного транспорта»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: igor_tarabin@mail.ru

Скоков Руслан Борисович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Электроснабжение железнодорожного транспорта»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: skokovrb@ya.ru

Терёхин Илья Александрович

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Электроснабжение железных дорог»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: terekhin@pgups.ru

Information about the authors**Tarabin Igor Valerevich**

Omsk State Transport University (OmSTU),
Chair «Power Supply of Railway Transport»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: igor_tarabin@mail.ru

Skokov Ruslan Borisovich

Omsk State Transport University (OmSTU),
Chair «Power Supply of Railway Transport»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: skokovrb@ya.ru

Terekhin Ilya Alexandrovich

Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I (PSTU),
Chair «Power Supply of Railways»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: terekhin@pgups.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

УДК 519.7 + 06

*М.А. Бутакова, А.Н. Гуда, А.В. Чернов***ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКАХ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НА МОДЕЛЯХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ***

Аннотация. Статья является продолжением ранее начатых авторами исследований по обнаружению аномальных выбросов в информационных потоках на основе информационно-энтропийного подхода и – как одного из подходов к решению данной задачи – комбинации мер энтропии. В настоящей работе представлены экспериментальные исследования полученных теоретических результатов, моделирование и апробация предложенных методов на синтетических и реальных наборах данных. Для сравнения рассмотрено несколько альтернативных подходов для обнаружения аномалий как в многомерной, так и в функциональной инфраструктуре данных. В многомерном случае приведены некоторые альтернативные общеизвестные методы в области машинного обучения. Результаты экспериментов представлены в табличной и графической (для наглядности) формах и подтверждают достаточно высокую эффективность предложенных теоретических методов и моделей.

Ключевые слова: машинное обучение, обнаружение аномалий, информационные потоки.

Для цитирования:

Бутакова, М.А. Обнаружение аномалий в информационных потоках и экспериментальные исследования на моделях машинного обучения / М.А. Бутакова, А.Н. Гуда, А.В. Чернов // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 153–162.

*M.A. Butakova, A.N. Guda, A.V. Chernov***ANOMALY DETECTION IN INFORMATION FLOWS AND EXPERIMENTAL STUDY
ON MACHINE LEARNING MODELS**

Abstract. The article is a continuation of the studies previously begun by the authors on the detection of anomalous emissions in information flows based on the information-entropy approach and as one of the approaches to solving this problem it is namely a combination of entropy measures. This work presents experimental studies of the theoretical results obtained, modeling and testing of the proposed methods on synthetic and real data sets. For comparison, several alternative approaches to detecting anomalies in both multidimensional and functional data infrastructure are considered. In the multidimensional case, some alternative well-known methods in the field of machine learning are presented. The experimental results are presented in tabular and graphical (for clarity) forms and confirm the rather high efficiency of the proposed theoretical models.

Keywords: machine learning, anomaly detection, information flows.

For citation:

Butakova, M.A. Anomaly detection in information flows and experimental study on machine learning models / M.A. Butakova, A.N. Guda, A.V. Chernov // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 153–162.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 18-01-00402-А, 18-08-00549-А, 19-01-00246-А.

Сведения об авторах**Бутакова Мария Александровна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
факультет «Информационные технологии управления»
кафедра «Информатика»,
доктор технических наук, профессор, декан,
e-mail: butakova@rgups.ru

Гуда Александр Николаевич

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

Чернов Андрей Владимирович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Вычислительная техника и автоматизированные системы управления»,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой,
e-mail: avcher@rgups.ru

Information about the authors**Butakova Maria Aleksandrovna**

Rostov State Transport University (RSTU),
Department «Information Technology Management»,
Chair «Informatics»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Dean of the Department,
e-mail: butakova@rgups.ru

Guda Aleksander Nikolayevich

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

Chernov Andrey Vladimirovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Computers and Automated Control Systems»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Head of the Chair,
e-mail: avcher@rgups.ru

УДК 004.827

*А.Е. Колоденкова, С.С. Верещагина***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕОДНОРОДНОЙ КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ***

Аннотация. Рассматривается подход, основанный на использовании нейронной сети (НС) для обучения неоднородной когнитивной модели (НКМ) диагностирования технического состояния электротехнического оборудования (ЭО) за счет поуровневого расположения вершин НКМ с учетом ввода фиктивных вершин. Для оценки работы НС были подсчитаны точность и специфичность. Разработанная НКМ позволяет эффективно диагностировать ЭО в условиях измерительной и экспертной информации.

Ключевые слова: нейронная сеть, обучение, неоднородная когнитивная модель, техническое состояние оборудования.

Для цитирования:

Колоденкова, А.Е. Использование нейронной сети для обучения неоднородной когнитивной модели диагностирования состояния электротехнического оборудования / А.Е. Колоденкова, С.С. Верещагина // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2. – С. 163–171.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты № 19-07-00195, № 19-08-00152.

A.E. Kolodenkova, S.S. Vereshchagina

USING A NEURAL NETWORK FOR TRAINING A HETEROGENEOUS COGNITIVE MODEL FOR DIAGNOSING THE STATE OF ELECTRICAL EQUIPMENT

Abstract. The paper considers an approach based on the use of a neural network (NN) for training a heterogeneous cognitive model (HCM) for diagnosing the technical state of electrical equipment (EE) due to the multi-level placement of HCM vertices, taking into account the input of fictitious vertices. Accuracy and specificity were calculated to evaluate the NN operation. The HCM developed makes it possible to effectively diagnose EE in terms of measurement and expert information.

Keywords: neural network, training, heterogeneous cognitive model, technical condition of equipment.

For citation:

Kolodenkova, A.E. Using a neural network for training a heterogeneous cognitive model for diagnosing the state of electrical equipment / A.E. Kolodenkova, S.S. Vereshchagina // Vestnik RGUPS. – 2020. – № 2. – P. 163–171.

Сведения об авторах

Колоденкова Анна Евгеньевна

Самарский государственный технический университет (СамГТУ),
кафедра «Информационные технологии»,
доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой,
e-mail: anna82_42@mail.ru

Верещагина Светлана Сергеевна

Самарский государственный технический университет (СамГТУ),
кафедра «Информационные технологии»,
старший преподаватель,
e-mail: werechaginass@mail.ru

Information about the authors

Kolodenkova Anna Evgenievna

Samara State Technical University
(Samara Polytech),
Chair «Information Technology»,
Doctor of Engineering Sciences,
Associated Professor, Head of the Chair,
e-mail: anna82_42@mail.ru

Vereshchagina Svetlana Sergeevna

Samara State Technical University
(Samara Polytech),
Chair «Information Technology»,
Senior Lecturer,
e-mail: werechaginass@mail.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 , 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 7.1-2003. 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, Украины (Днепропетровский государственный технический университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск), Республики Беларусь (Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель), Чешской Республики (Остравский технический университет, г. Острава), Польши (Силезский технический университет, г. Катовице), Франции (Университет дю Мэн, г. Ле-Ман).

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 включен в каталог подписных изданий агентства «Роспечать» (в специальном каталоге «ГАЗЕТЫ. ЖУРНАЛЫ» зарегистрирован 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 ; 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

**№ 2 (78)
2020**

Уважаемые читатели!

**Вы можете подписаться на наш журнал в любом отделении связи.
Индекс журнала по каталогу «Роспечати» 53720**

**Полнотекстовая версия статей находится в открытом доступе на сайте
Российской научной электронной библиотеки: 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,
Н.С. Федорова, Т.М. Чеснокова,
А.П. Кононенко (английский текст)

Корректоры: А.В. Артамонов, Т.В. Бродская, Т.И. Исаева,
Н.С. Федорова, Т.М. Чеснокова,
А.П. Кононенко (английский текст)

Оригинал-макет журнала подготовлен М.В. Поляковой

Подписано в печать 23.06.2020.
Дата выхода в свет 30.06.2020.
Печать офсетная.
Знак информационной продукции 16+.

Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 20,22.
Тираж 510 экз.
Цена свободная.

Бумага офсетная.
Изд. № 35.
Заказ 28.

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; nis@rgups.ru**

Адрес типографии

**Издательство «D&V». Св-во № 003679887.
344037, г. Ростов-на-Дону, ул. 20 линия, 54.
E-mail: divprint@mail.ru. Телефон +7 (918) 543-75-63.**