

## АННОТАЦИИ

УДК 621.891 : 620.22

**МЕТОДЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ****Белый Алексей Владимирович**

Физико-технический институт НАН Беларуси,  
220141, Беларусь, г. Минск, ул. Купревича, д. 10,  
заместитель директора,  
отдел пучковых и плазменных технологий,  
заведующий отделом,  
член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор,  
телефон +375 (29) 684-14-66,  
e-mail: vmo@tut.by

**Иваночкин Павел Григорьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Теоретическая механика»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон/факс +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: ivanochkin\_p\_g@mail.ru

**Кравченко Владимир Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
лаборатория функциональных покрытий, заведующий лабораторией,  
телефон +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: teor\_mech@rgups.ru

**Кукарко Владимир Аркадьевич**

Физико-технический институт НАН Беларуси,  
220141, Беларусь, г. Минск, ул. Купревича, д. 10,  
лаборатория высокоэнергетических методов обработки,  
заведующий лабораторией,  
доктор физико-математических наук,  
телефон +375 (29) 169-05-09,  
e-mail: v\_kukareko@mail.ru.

**Мясникова Нина Алексеевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Теоретическая механика»,  
кандидат физико-математических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: myasnikova@rgups.ru

Разработаны принципы создания функциональных покрытий триботехнического назначения и проведен поиск технологий, обеспечивающих получение покрытий с высокими прочностными свойствами.

Нанесение покрытий осуществлялось с применением концентрированных источников нагрева и возможным совмещением технологий для достижения лучшей адгезионной прочности по поверхности раздела покрытие – основа, более высокой плотности покрытия, заданного градиента армирования. Опробованы варианты технологий наплавки сваркой в среде защитного газа и нанесения покрытий методом электродуговой металлизации с последующей электромеханической обработкой, а также технологий газопламенного и электродугового напыления покрытия с дальнейшим низкоэнергетическим ионно-лучевым азотированием поверхностных слоев. Определены способы подготовки компонентов и режимы нанесения покрытий, обеспечивающие высокие физико-механические характеристики. Исследованы закономерности формирования нанесенных покрытий, их структура, фазовый состав, параметры процесса получения материалов и покрытий из них, режимы последующей обработки покрытий.

*Ключевые слова:* покрытия, модифицирование поверхности, электродуговая металлизация, электрохимическая обработка, ионно-лучевое азотирование, прочность сцепления, микроструктура покрытий.

## **METHODS OF MODIFYING OF GAS-THERMAL COATINGS USED FOR RESTORATION OF FRICTION UNITS**

### **Belyi Alexey Vladimirovich**

Physic Technical Institute NAS of Belarus,  
10, Kuprevicha st., Minsk, 220141, Belarus,  
Deputy Director,  
Department Bunch and Plasma Technologies,  
Head of Department,  
Corresponding Member NAS of Belarus,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +375 (29) 684-14-66,  
e-mail: vmo@tut.by

### **Ivanochkin Pavel Grigoryevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., 344038, Russia,  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Doctor of Technical Science, Professor,  
phone/fax +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: ivanochkin\_p\_g@mail.ru

### **Kravchenko Vladimir Nikolayevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Laboratory of functional coatings,  
Head of laboratory,  
phone +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: teor\_mech@rgups.ru

### **Kukareko Vladimir Arkadyevich**

Physical Technical Institute NAS of Belarus,  
Laboratory of High-Energy Methods of Processing,  
Head of Laboratory,  
Doctor of Physics and Mathematics Sciences,  
phone +375 (29) 169-05-09,  
e-mail: v\_kukareko@mail.ru.

### **Myasnikova Nina Alexeyevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor,  
phone/fax +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: myasnikova@rgups.ru

The principles of creation of functional coatings for tribotechnical purposes are developed and the search of technologies providing the acquisition of coatings with high strength properties is made.

Application of coatings was carried out using concentrated sources of gradient heating and possible combination of technologies for acquisition of the best adhesive durability on the interface coatings - basis, higher density of coatings and the set gradient of reinforcing. The variants of the technologies of deposit welding in protective gas environment and the application of coatings by electroarc metallization method with subsequent electromechanical processing, and also the use of technologies of a gas-flame and arc spraying of a coating with further low-energy ionic-beam nitriding of surface layers were tested. The ways of preparation of components and modes of application of coatings providing high physical-mechanical characteristics are defined. The laws of formation of coatings, their structure, phase structure, parameters of process of acquisition of materials and coatings made of them, modes of the subsequent processing of coatings are investigated.

*Keywords:* coatings, surface modifying, electroarc metallization, electromechanical processing, ionic-beam nitriding, durability of coupling, microstructure of coatings.

УДК 544.18 : 544.723 : 531.4 + 06

## РАЗРАБОТКА ГИБРИДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

### **Колесников Владимир Иванович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Теоретическая механика»,  
академик РАН, доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой, президент РГУПС,  
телефон +7 (863) 272-63-36, 255-35-22,  
e-mail: kvi@rgups.ru

### **Мигаль Юрий Федорович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Химия»,  
доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
телефон +7 (863) 272-62-72,  
e-mail: ymigal@mail.ru

### **Колесников Игорь Владимирович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
научно-испытательный центр «Нанотехнологии и трибосистемы»,  
лаборатория «Нанотехнологии и новые материалы»,  
кандидат технических наук, заведующий лабораторией,  
телефон +7 (863) 245-49-29,  
e-mail: oooedt@rambler.ru

### **Мясникова Нина Алексеевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретическая механика»,  
кандидат физико-математических наук, доцент,  
телефон/факс +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: myasnikova@rgups.ru

С помощью модели дупериодической пластины проведено квантово-химическое исследование взаимодействия политетрафторэтилена со шпинелью магния. Показано, что энергия адгезии к шпинели модифицированного ПТФЭ, в составе которого звенья  $-C_2F_4-$  заменены звеньями  $-C_2F_3O-$ , существенно выше, чем у немодифицированного. Этот факт обусловлен возникновением химической связи между ПТФЭ и шпинелью в процессе модификации.

*Ключевые слова:* модифицированный политетрафторэтилен, химическая связь, DFT, модель пластины.

## DEVELOPMENT OF HYBRID FILLER FOR ANTIFRICTIONAL COMPOSITE MATERIALS

### **Kolesnikov Vladimir Ivanovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Academician of the Russian Academy of Sciences,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair, President of the RGUPS,  
phone +7 (863) 272-63-36, 255-35-22,  
e-mail: kvi@rgups.ru

### **Migal Yuriy Fedorovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Chemistry»,  
Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of Chair,  
phone +7 (863) 272-62-72,  
e-mail: e-mail: ymigal@mail.ru

**Kolesnikov Igor Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Research and Experimental Centre «Nanotechnology and Tribosystems»,  
Laboratory of Nanotechnology and New Materials,  
Candidate of Technical Sciences, Head of Laboratory,  
phone +7 (863) 245-49-29,  
e-mail: oooedt@rambler.ru

**Myasnikova Nina Alexeevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor,  
phone/fax +7 (863) 259-53-48,  
e-mail: myasnikova@rgups.ru

By means of the two-periodic slab model a quantum chemical research of interaction of polytetrafluoroethylene with magnesium aluminate spinel is performed. It is shown that the energy of adhesion to spinel in the case of modified PTFE where monomer units  $-C_2F_4-$  are replaced by  $-C_2F_3O-$  units is significantly higher than in the case of virgin PTFE. This fact is caused by the appearance of a chemical bond between PTFE and spinel in the course of modification.

*Keywords:* modified polytetrafluoroethylene, chemical bond, DFT, slab model.

УДК 621.7/9

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ,  
СФОРМИРОВАННОЙ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ****Сошко Виктор Александрович**

Херсонский национальный технический университет,  
73000, Украина, г. Херсон, ул. И. Кулика, д. 130, оф. 306,  
кафедра «Информационные технологии в машиностроении и инженерный консалтинг»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +38 (066) 488-93-51,  
e-mail: soshking@mail.ru

**Симинченко Игорь Павлович**

Херсонский национальный технический университет,  
кафедра «Информационные технологии в машиностроении и инженерный консалтинг»,  
старший преподаватель,  
телефон +38 (050) 728-73-14,  
e-mail: siminchenko@gmail.com

Рассмотрены основные эксплуатационные характеристики стали после обработки в полимер-содержащем смазочно-охлаждающем технологическом средстве. Исследованы тонкая кристаллическая структура, фазовый состав, геометрический рельеф поверхности, напряженное состояние и сопротивление усталостному разрушению образцов после механической обработки в жидкости с полимером и без.

*Ключевые слова:* полимер, механическая обработка, шероховатость, микротвердость, усталость.

**EXPERIMENTAL EVALUATION OF STEEL  
SURFACE FORMED BY MECHANICAL/CHEMICAL TREATMENT****Soshko Viktor Aleksandrovich**

Kherson National Technical University,  
of. 306, 130, I. Kulika st., Kherson, 73000, Ukraine,  
Chair «Information Technologies in Mechanical Engineering and Consulting»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone +38 (066) 488-93-51,  
e-mail: soshking@mail.ru

**Siminchenko Igor Pavlovich**

Kherson National Technical University,  
Chair «Information Technologies in Mechanical Engineering and Consulting»,  
Senior Lecturer,  
phone +38 (050) 728-73-14,  
e-mail: siminchenko@gmail.com

The basic operating characteristics of steel after treatment in polymer containing lubricating and cooling technological agents is described in the article. Fine crystal structure, phase composition, geometric surface topography, stressed state of and fatigue resistance of samples after machining in the liquid polymer and without it were studied.

*Keywords:* polymer, machining, surface roughness, microhardness, fatigue.

УДК 658.345 + 06

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ****Борисова Анастасия Викторовна**

Центр охраны труда Торгово-промышленной палаты Ростовской области,  
344022, г. Ростов-на-Дону, пр. Кировский, д. 40А,  
заместитель руководителя Центра,  
телефон +7 (863) 268-76-38,  
e-mail: nastja004@rambler.ru

**Финоченко Виктор Анатольевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,  
доктор технических наук, профессор,  
декан энергетического факультета,  
телефон +7 (863) 230-53-20, 272-63-75,  
e-mail: fin@rgups.ru

В статье проведен анализ существующих теоретических подходов и предложен метод выбора технических средств для проведения аналитического контроля и мониторинга опасных и вредных производственных факторов.

*Ключевые слова:* аналитический контроль, мониторинг, лаборатории, приборы, опасные и вредные факторы.

**THEORETICAL ASPECTS OF THE CHOICE OF MEANS FOR THE CONTROL  
AND MONITORING OF HARMFUL AND HAZARDOUS PRODUCTION FACTORS****Borisova Anastasia Victorovna**

Center for Occupational Safety of the Rostov region Chamber of Commerce,  
40A, Kirovskiy av., Rostov-on-Don, 344022, Russia,  
Deputy Head of the Centre,  
phone +7 (863) 268-76-38,  
e-mail: nastja004@rambler.ru

**Finochenko Victor Anatolyevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Safety»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Dean of the Energy Department,  
phone +7 (863) 230-53-20, 272-63-75,  
e-mail: fin@rgups.ru

The analysis of existing theoretical approaches and the method for selecting hardware for analytical control and monitoring of hazardous and harmful factors propose is made.

*Keywords:* analytical control, monitoring, laboratory equipment, dangerous and hazardous factors.

УДК 620.179.17

**АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ БОКОВЫХ РАМ ТЕЛЕЖКИ  
ГРУЗОВОГО ВАГОНА КАК ОДИН ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОВРЕМЕННЫХ  
МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ**

**Грассман Сергей Андреевич**

Новосибирский филиал ОАО «ВРК-1»,  
630004, г. Новосибирск, Димитрова проспект, 4/1,  
директор филиала,  
телефон +7 (383) 229-45-16,  
e-mail: grassman\_sa@mail.ru

**Цвайгерт Роман Геннадьевич**

Дорожное конструкторско-технологическое бюро  
на Западно-Сибирской железной дороге – филиала ОАО «РЖД»,  
630132, г. Новосибирск, Бурлинский переезд, д. 1,  
начальник бюро,  
телефон +7 (383) 229-36-94,  
e-mail: TCvaigertRG@wsr.ru

**Степанова Людмила Николаевна**

Сибирский государственный университет путей сообщений (СГУПС),  
630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191,  
кафедра «Электротехника, диагностика, сертификация»,  
доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой,  
телефон +7 (383) 328-05-59,  
e-mail: stepanova@stu.ru

**Большанов Анатолий Анатольевич**

Новосибирский филиал ОАО «ВРК-1»,  
ведущий технолог технического сектора филиала,  
телефон +7 (383) 229-43-52,  
e-mail : BolchanovAA@yandex.ru

Приведена методика, позволяющая оперативно осуществлять диагностику боковых рам грузового вагона акустико-эмиссионным (АЭ) методом. Разработанное программное обеспечение в режиме реального времени осуществляет браковку дефектных боковых рам. Для отделения сигналов АЭ от дефектов (усталостных трещин, пор, раковин и т.д.) от шумовых сигналов используется кластерный анализ.

*Ключевые слова:* акустическая эмиссия, боковая рама, локация, коэффициент опасности, отбраковка.

**ACOUSTICAL EMISSION TESTING OF FREIGHT CAR BOGIE SOLEBARS  
AS ONE OF THE MOST PERSPECTIVE CONTEMPORARY  
DIAGNOSTIC TECHNIQUE**

**Grassman Sergey Andreyevich**

Novosibirsk branch of «Car Repair Company-1»,  
4/1, Dimitrova av., Novosibirsk, 630004, Russia,  
Director of Branch,  
phone +7 (383) 229-45-16,  
e-mail: grassman\_sa@mail.ru

**Tsvaigert Roman Gennadievich**

Technical Design Office, Western Siberia Railways,  
1, Burlinskiy pereyezd, Novosibirsk, 630132, Russia,  
Head of Technical Design Office,  
phone +7 (383) 229-36-94,  
e-mail: TCvaigertRG@wsr.ru

**Stepanova Ludmila Nikolayevna**

Siberian State Transport University (STU),  
191, Dusi Kovalchuk st., Novosibirsk, 630049, Russia,  
Chair «Electrotechnology, Diagnostics and Certification»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair,  
phone +7 (383) 328-05-59,  
e-mail: stepanova@stu.ru

**Bol'chanov Anatoliy Anatolyevich**

Novosibirsk Branch of «Car Repair Company-1»,  
Leading Technologist Technology Sector Branch,  
phone +7 (383) 229-43-52,  
e-mail: BolchanovAA@yandex.ru

The technique allowing to operatively carry out the diagnostics of solebars of freight car bogies by acoustical emission (AE) method is presented. The developed software carries out the rejection of defective solebars in real times mode. To distinguish AE signals coming from defects (fatigue cracks, voids, blisters etc.) from noise signals the cluster analysis is used

*Keywords:* acoustic emission, solebar, localization, danger coefficient, rejection

**УДК 620.4.027**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ ИНЕРЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА НЕСУЩИЕ УЗЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ****Коршунов Сергей Дмитриевич**

Закрытое акционерное общество Научная организация «Тверской институт вагоностроения» (ЗАО НО «ТИВ»),  
170003, Россия, г. Тверь, Петербургское шоссе, д. 45 г,  
лаборатория динамико-прочностных испытаний вагонов,  
заведующий лабораторией,  
телефон +7 (4822) 55-93-07,  
e-mail: korshunow1@yandex.ru

Проведены комплексные испытания специализированного пассажирского вагона для перевозки автомобилей, прошедшего капитально-восстановительный ремонт. По результатам расчетов и комплексных испытаний вагона дана оценка несущей способности и остаточного ресурса с учетом износа металлоконструкции, проведенного ремонта и назначенного срока службы вагона.

*Ключевые слова:* пассажирские вагоны, динамические испытания и расчеты вагонов.

**EXPERIMENTAL BASIS OF CALCULATION OF INERTIAL LOADS ON LOAD-BEARING UNITS AND EQUIPMENT OF PASSENGER CARRIAGES****Korshunov Sergei Dmitrievich**

Joint-stock company TVER CAR-BUILDING INSTITUTE,  
170003, Tver, St-Petersburg Highway, 45 G,  
Wagon Dynamics and Durability Tests Laboratory,  
Chief of Laboratory,  
phone +7 (4822) 55-93-07,  
e-mail: korshunow1@yandex.ru

Complex tests of the specialised carriage for transportation of cars after overhaul reconditioning are conducted. Using the results of calculations and the complex tests of the carriage the estimation of bearing capability and residual resource taking into account the deterioration of metal, repair and the appointed service life of the car is given.

*Keywords:* carriages, dynamic tests and calculations of carriages.

УДК 629.43 + 06

## РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИМИТАЦИИ РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЁС ВО ВРЕМЕНИ

**Кротов Владимир Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Технология металлов»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-63-47,  
e-mail: tehn\_met@rgups.ru

**Морозкин Игорь Сергеевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Технология металлов»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
декан электромеханического факультета,  
телефон +7 (863) 272-63-47,  
e-mail: tehn\_met@rgups.ru

Рассмотрены причины образования ползунов на поверхности катания железнодорожного колеса, и предложена принципиальная схема имитации циклического нагружения, позволяющая определить временные интервалы образования ползунов.

*Ключевые слова:* поверхность катания, колесо, ползун, пробег, циклическое нагружение, твердость.

## DEVELOPMENT OF THE STAND TO SIMULATE THE DEVELOPING OF DEFECTS ON THE RUNNING SURFACE OF RAIL WHEELS WITH TIME

**Krotov Vladimir Nikolaevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Technology of Metals»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone +7 (863) 272-63-47,  
e-mail: tehn\_met@rgups.ru

**Morozkin Igor Sergeevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Technology of Metals»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,  
Dean of the Electro-Mechanical Faculty,  
phone +7 (863) 272-63-47,  
e-mail: tehn\_met@rgups.ru

The reasons of formation of flats on the surface of the railway wheel is considered and the basic scheme of the simulation of cyclic loading which allows to determine the time intervals of the formation of floaters is proposed.

*Keywords:* roll surface, wheel, flat, mileage, cyclic loading, hardness.

УДК 656.2 + 06

## ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОНЛАЙН ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕМПОРАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

**Гуда Александр Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
проректор по научной работе,  
кафедра «Информатика»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
телефон +7 (863) 245-09-17,  
e-mail: guda@rgups.ru

**Долгий Александр Игоревич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: a\_t@rgups.ru

**Ковалев Сергей Михайлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: ksm@rfniifs.ru

Предлагается принципиально новый подход к решению задач оперативного планирования маршрутов и порядка следования поездов в системах диспетчерского управления и централизации, основанный на использовании эволюционных темпоральных моделей. Рассматривается новый класс эволюционных алгоритмов, реализуемых на принципах управляемого случайного поиска с запретами. Приводятся теоретические обоснования предлагаемых методов и их преимуществ перед известными подходами, основанными на методах эволюционного моделирования.

*Ключевые слова:* онлайн-планирование, маршрутизация, эволюционный метод, поиск с запретами, темпоральные отношения, темпоральное решение.

**EVOLUTIONARY METHODS OF ON-LINE DISPATCHING BASED ON TEMPORAL MODELS****Guda Alexander Nikolayevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Vice-Rector for Scientific Research,  
Chair «Informatics»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,  
phone +7 (863) 245-09-17,  
e-mail: guda@rgups.ru

**Dolgiy Alexander Igorevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Automatics and Telemechanics on Railway Transport»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: a\_t@rgups.ru

**Kovalev Sergey Mikhaylovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Automatics and Telemechanics on Railway Transport»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: ksm@rfniifs.ru

Essentially new approach for the solution of the problems of operational planning of routes and the trains sequence in supervisory control and centralisation systems based on the use of evolutionary temporal models is offered. The new class of the evolutionary algorithms realised on the principles of controllable random search with forbidding is considered. Theoretical substantiations of proposed methods and their advantages compared with known approaches based on the methods of evolutionary modelling are presented.

*Keywords:* on-line-planning, routeing, evolutionary method, search with forbidding, temporal relations, temporal solution.

УДК 656.2 + 06

**ОБНАРУЖЕНИЕ ОСОБЫХ ТИПОВ ПАТТЕРНОВ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ  
НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ****Ковалев Сергей Михайлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: ksm@rfniifs.ru

**Гуда Александр Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
проректор по научной работе,  
кафедра «Информатика»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
телефон +7 (863) 245-09-17,  
e-mail: guda@rgups.ru

**Суханов Андрей Валерьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,  
аспирант,  
телефон +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: suharudze@gmail.com

Предлагается новый гибридный подход к обнаружению особых типов темпоральных паттернов, основанный на марковской модели поведения системы с уточняющими продукционными правилами, описывающими случаи, когда процесс перестает подчиняться условиям «марковости». Благодаря использованию уточняющих правил идентификация паттернов становится менее чувствительной к отсутствию маркировки данных и неполноте знаний о нормальном поведении процесса. Эффективность метода проверена экспериментально на распознавании типовых темпоральных паттернов временного ряда, часто используемых в экспериментах по обнаружению аномалий в темпоральных базах данных.

*Ключевые слова:* марковский процесс, гибридная нечетко-стохастическая модель, продукционные уточняющие правила, темпоральный паттерн, аномальный темпоральный паттерн.

**DETECTION OF SPECIFIC TYPES OF PATTERNS IN TIME SERIES  
BASED ON HYBRID STOCHASTIC MODELS****Kovalev Sergey Mikhaylovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Automatics and Telemechanics on Railway Transport»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: ksm@rfniifs.ru

**Guda Alexander Nikolayevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Vice-Rector for Scientific Research,  
Chair «Informatics»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,  
phone +7 (863) 245-09-17,  
e-mail: guda@rgups.ru

**Sukhanov Andrey Valer'yevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Automatics and Telemechanics on Railway Transport»,  
Postgraduate Student,  
phone +7 (863) 272-63-02,  
e-mail: suharudze@gmail.com

The new hybrid approach to the detection of special types of temporal patterns based on Markov model of system behaviour with specifying production rules describing the cases when the process ceases to comply with Markovian conditions is offered. Thanks to the specifying rules the identification of patterns becomes less sensitive to the absence of data marking and incompleteness of knowledge of normal behaviour of process. The efficiency of the method is checked experimentally on the recognition of typical temporal patterns of a time series often used in experiments with detection of anomalies in temporal databases.

*Keywords:* Markov process, hybrid fuzzy-stochastic model, production clarifying rules, temporal pattern, abnormal temporal pattern.

**УДК 519.257**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА ОТ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

**Курейчик Виктор Михайлович**

Южный федеральный университет (ЮФУ),  
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, д. 44,  
кафедра «Дискретная математика и методы оптимизации»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
телефон +7 (8634) 31-14-87,  
e-mail: kur@tsure.ru

**Кажаров Аскер Артурович**

Южный федеральный университет (ЮФУ),  
кафедра «Дискретная математика и методы оптимизации»,  
кандидат технических наук, ассистент,  
телефон +7-906-423-36-89,  
e-mail: aakazharov@sfedu.ru

**Ляпунова Ирина Артуровна**

Южный федеральный университет (ЮФУ),  
кафедра «Высшая математика»,  
кандидат технических наук, старший преподаватель,  
телефон +7-903-431-99-26,  
e-mail: ialyapunova@sfedu.ru

Муравьиные алгоритмы являются методом вероятностно-направленного поиска глобального оптимума при решении оптимизационных задач. Одна из областей применения – решение транспортно-логистических задач. Примерами таких задач являются задачи коммивояжера, маршрутизации, грузоперевозок и т.п. Данная работа посвящена исследованию оптимальных параметров муравьиного алгоритма. Данный метод возник в рамках направления «природных вычислений». Основным недостатком муравьиного алгоритма является сложность подбора оптимальных параметров. Существующие на данный момент исследования дают «хорошую» оценку оптимальных значений некоторым параметрам муравьиного алгоритма. Параметры подбираются, как правило, на основе проведения множества экспериментов. Экспериментальные исследования проводились для задачи коммивояжера. Исследования показали зависимость некоторых параметров от размерности графа. Это позволяет избежать необходимости опытного получения оптимальных параметров алгоритма.

*Ключевые слова:* муравьиный алгоритм, роевой интеллект, задача коммивояжера.

## **DEFINITION OF THE DEPENDENCE OF ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM PARAMETERS ON INPUT DATA**

**Kureichik Vladimir Viktorovich**

Southern Federal University (SFedU),  
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia,  
Chair «Discrete Mathematics and Optimization Methods»,  
Doctor of Technical Science, Professor, Head of the Chair,  
phone +7 (8634) 38-34-51,  
e-mail: vkur@tgn.sfedu.ru

**Kazharov Asker Arturovich**

Southern Federal University (SFedU),  
Chair «Discrete Mathematics and Optimization Methods»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone + 7-906-423-36-89,  
e-mail: aakazharov@sfedu.ru

**Lyapunova Irina Arturovna**

Southern Federal University (SFedU),  
Chair «Mathematics»,  
Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer,  
phone + 7-903-431-99-26,  
e-mail: ialyapunova@sfedu.ru

Ant colony optimization algorithms are the method of the probabilistic oriented search of a global optimum at the solution of optimising problems. One of the fields of application is the solution of transport logistical problems. Examples of such problems are the travelling salesman problems, cargo routing, transportation, etc. The work is devoted to the investigation of optimum parameters of ant colony optimization algorithm. This method originated within the limits of the direction of «natural calculations». The basic drawback of ant colony optimization algorithm is the complexity of selection of optimum parameters. Existing researches give estimation «good» to optimum values for some parameters of ant colony optimization algorithm. Parameters are chosen as a rule on the basis of the set of experiments that were carried out. Experimental researches were carried out for the travelling salesman problem. Researches have shown the dependence of some parameters on the dimension of the graph. It allows to avoid the necessity of experimental acquisition of optimum parameters of algorithm.

*Keywords:* ant colony optimization algorithm, swarm intelligence, travelling salesman problem.

**УДК 621.391 + 06**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА  
ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ИХ ВЗАИМНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ****Лопатин Вадим Федорович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник,  
телефон +7 (863) 272-64-39,  
e-mail: svyaz@kaf.rgups.ru

**Таран Владимир Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
телефон +7-903-406-76-21,  
e-mail: vladitaran@rambler.ru

**Шандыбин Алексей Викторович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,  
старший преподаватель,  
телефон +7 (863) 259-40-54,  
e-mail: shav850@mail.ru

Приводятся результаты экспериментальных исследований явления самоорганизации сети, состоящей из генераторов, в которой нет ведущего. Осуществляется сравнение стабильности работы сетей различных конструкций по критерию среднеквадратических отклонений. Делается вывод о экспериментальном подтверждении наличия явления самоорганизации в системе связанных генераторов.

*Ключевые слова:* синхронизация генераторов, система фазовой автоподстройки частоты, явление самоорганизации, стабильность частоты, связанные генераторы, среднеквадратическое отклонение.

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE WORK OF HARMONIC OSCILLATIONS GENERATORS IN THE PROCESS OF THEIR MUTUAL SYNCHRONIZATION****Lopatin Vadim Fedorovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Communication on the Railway Transport»,  
Candidate of Technical Science, Assistant Professor, Senior Researcher,  
phone +7 (863) 272-64-39,  
e-mail: svyaz@kaf.rgups.ru.

**Taran Vladimir Nikolayevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Communication on the Railway Transport»,  
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,  
phone +7-903-406-76-21,  
e-mail: vladitaran@rambler.ru

**Shandybin Aleksey Viktorovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Communication on the Railway Transport»,  
Senior Lecturer,  
phone +7 (863) 259-40-54,  
e-mail: shav850@mail.ru

The results of experimental studies of the phenomenon of self-organization of the network, consisting of coupled generators in the absence of the master one. The comparison of the stability of work between the networks of different designs by the criterion of root-mean-square deviations is made. The conclusion about the experimental confirmation of the presence of the phenomenon of self-organization in the system of coupled generators.

*Keywords:* synchronisation of generators, system of phase-locked-loop frequency control, phenomenon of self-organising, frequency stability, connected generators, root-mean-square deviation.

**УДК 658.512**

**ОБОБЩЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПЕРЕГРУЗКИ КОРАБЕЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ НА МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНЗИТНЫХ ТЕРМИНАЛАХ****Нужнов Евгений Владимирович**

Южный федеральный университет (ЮФУ),  
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, д. 44,  
кафедра «Системы автоматизированного проектирования»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (8634) 37-16-25,  
e-mail: nev@tgn.sfedu.ru

**Юрко Дмитрий Сергеевич**

Южный федеральный университет (ЮФУ),  
кафедра «Системы автоматизированного проектирования»,  
аспирант,  
телефон +7 (8634) 37-16-25,  
e-mail: dm.yurko@gmail.com

Рассмотрены проблемы информационной поддержки и автоматизации перегрузочных работ (процессов перевалки грузов) на мультимодальных контейнерных терминалах в их водной зоне (на причальном фронте), а также организация и алгоритмы процессов автоматизированного планирования, полной и частичной погрузки контейнеров на судно-контейнеровоз и выгрузки контейнеров на транзитный контейнерный терминал. Предложен комбинированный общий подход к решению упомянутых задач обработки корабельных контейнеров для различных типов контейнеровозов, вариантов их секционирования, а также трехмерного расположения и установки контейнеров на них. Представлены обобщенные условия и модели описания расположения контейнеров в грузовом объеме

судна. Описаны статические и динамические алгоритмы, стратегии, правила и эвристики автоматизированного решения задач планирования загрузки (распределения контейнеров по секциям) судна, полной и частичной перегрузки (погрузки и выгрузки) контейнеров на отдельных транзитных контейнерных терминалах на маршруте его следования.

*Ключевые слова:* контейнер, транзитный контейнерный терминал, секция, штабель, ряд, погрузка, выгрузка.

### **GENERAL PRESENTATION OF SHIP CONTAINERS PLANNING AND LOADING-UNLOADING PROCESSES AT MULTIMODAL TRANSIT TERMINALS**

**Nuzhnov Evgeniy Vladimirovich**

Southern Federal University (SFedU),  
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia,  
Chair «Computer Aided Design»,  
Doctor of Technical Science, Professor,  
phone +7 (8634) 37-16-25,  
e-mail: nev@tgn.sfedu.ru

**Yurko Dmitriy Sergeevich**

Southern Federal University (SFedU),  
Chair «Computer Aided Design»,  
Postgraduate Student,  
phone +7 (8634) 37-16-25,  
e-mail: dm.yurko@gmail.com

The article considers the problems of information support and loading-unloading jobs as cargo re-loading processes at the multimodal container terminals in their sea zone (arrival sea front), the organization and the algorithms of automated planning processes, complete and partial containers loading on the container ship board and containers unloading on the transit container terminal. The combined general approach to tasks named of ship containers working out solving for the different container ship types, variants of their sectioning, containers 3-D placement and setting up on ships. General conditions and models for containers placement in the ship cargo space describing are presented. The static and dynamic algorithms, strategies, rules and heuristics for the automated ship loading planning (containers distribution by sections), complete and partial containers overloading (loading and unloading) tasks at separate transit container terminals on the route of ship going.

*Keywords:* container, transit container terminal, section, stack, row, loading, unloading.

**УДК 621.331**

### **СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТЯГОВЫХ СЕТЯХ**

**Бардушко Валерий Данилович**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
664039, Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15,  
кафедра «Электроэнергетика транспорта»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: valery.bard@mail.ru

В статье рассматриваются возможности контроля потерь в тяговой сети переменного тока с привлечением современных технологий сбора и передачи информации о режиме работы тяговой электроэнергетики электрифицированных железных дорог. Контроль местоположения и режима электроподвижных нагрузок, например средствами ГЛОНАСС, позволяет восстанавливать отдельные расчетные схемы для текущего момента времени.

Это, в свою очередь, дает возможность аналитически с большей, чем раньше, точностью рассчитывать потери электроэнергии в тяговой сети как результат интегрирования потерь в отдельных расчетных схемах за элементарное время  $\Delta t$  действия этих схем.

*Ключевые слова:* потери электроэнергии, тяговая сеть, мгновенная схема, электромагнитная связь подвесок путей.

**MODERN EVALUATION OF ENERGY LOSSES IN TRACTION NETWORKS****Bardushko Valery Danilovich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrGUPS),  
15, Chernyshevsky st., Irkutsk, 664039, Russia,  
Chair «Transport Power Industry»,  
Doctor of Technical Science, Professor,  
phone +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: valery.bard@mail.ru

This article discusses the possibility of loss in traction control AC using modern technology for the collection and transmission of information on the operation of traction electricity electrified railways. Control the location and mode of electric loads such means GLONASS can restore individual design schemes for the current time. This, in turn, makes it possible to analytically more than before, up to calculate energy losses in traction network as a result of the integration of losses in individual calculation schemes for elementary duration of these schemes  $\Delta t$ .

*Keywords:* loss of electricity, power train, the instantaneous circuit, electromagnetic coupling suspension ways.

УДК 621.311.4 : 621.33 : 621.314.222.6

**ВЫБОР СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 25 КВ****Григорьев Николай Потапович**

Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС),  
680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, д. 47,  
кафедра «Системы электроснабжения»,  
кандидат технических наук, профессор,  
телефон +7 (914) 546-11-36,  
e-mail: 0101gnp@mail.ru

**Воприков Антон Владимирович**

Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС),  
кафедра «Системы электроснабжения»,  
аспирант,  
телефон +7 (924) 301-23-66,  
e-mail: voprikov.anton@mail.ru

Рассмотрена задача увеличения срока службы силового трансформатора тяговых подстанций электрифицированных железных дорог переменного тока 25 кВ за счет снижения неравномерности износа изоляции его обмоток путем выбора схем и времени подключения вводов тягового трансформатора к тяговой сети и ЛЭП.

*Ключевые слова:* система электрифицированных железных дорог переменного тока 25 кВ, способы подключения тягового трансформатора, срок службы тягового трансформатора, износ изоляции обмоток, динамическое программирование.

**SELECTION A CIRCUITS CONNECTION POWER TRANSFORMERS TRACTION SUBSTATIONS OF ELECTRIFIED RAILWAYS AC 25 KV****Grigoriev Nikolai Potapovich**

Far Eastern State Transport University (FESTU),  
47, Serysheva st., Khabarovsk, 680021, Russia,  
Chair «Electric Power Supply System»,  
Candidate of Technical Sciences, Professor,  
phone +7 (914) 546-11-36,  
e-mail: 0101gnp@mail.ru

**Voprikov Anton Vladimirovich**

Far Eastern State Transport University (FESTU),  
Chair «Electric Power Supply System»,  
Graduate Student,  
phone +7 (924) 301-23-66,  
e-mail: voprikov.anton@mail.ru

Reviewed by of solving problem of increasing the life length of the power transformer substations of electrified railways AC 25 by reducing uneven wear its winding insulation, by force of selection a circuits and times connection bushings of the traction-feeding transformer to the traction power supply of ac 25 kV and power line.

*Keywords:* system of the electrified railways of the AC 25 k, methods of connection traction transformer, service life traction transformer, the life length of the winding insulation, dynamic programming.

**УДК 621.331**

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЯГОВЫХ СЕТЕЙ  
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА****Закарюкин Василий Пантелеймонович**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
664039, Иркутск, Чернышевского, д. 15,  
кафедра «Электроэнергетика транспорта»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: zakar49@mail.ru

**Крюков Андрей Васильевич**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Электроэнергетика транспорта»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: and\_kryukov@mail.ru

**Кушов Алексей Александрович**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Электроэнергетика транспорта»,  
аспирант,  
телефон +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: kushovalexey@yandex.ru

Предложена методика параметрической идентификации тяговой сети железной дороги переменного тока. Методика позволяет получать решетчатые схемы замещения тяговой сети, которые при наличии погрешностей измерений векторов напряжений и токов, не превышающих 0,5 %, 0,5° дают достаточно высокую точность расчета режимов систем тягового электроснабжения, обеспечивающую корректное решение многих практических задач. Компьютерное моделирование показало, что погрешности определения режима однородной тяговой сети по напряжениям не превышают 0,3 % и 0,1°, по токам – 1,2 %, 1,7°.

*Ключевые слова:* системы тягового электроснабжения, тяговые сети, параметрическая идентификация.

**PARAMETRICAL IDENTIFICATION OF TRACTION NETWORKS  
OF THE RAILROADS OF ALTERNATING CURRENT****Zakaryukin Vasily Panteleymonovich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrGUPS),  
15, Chernyshevsky st., Irkutsk, 664039, Russia,  
Chair «Transport Power Industry»,  
Doctor of Technical Science, Professor,  
phone +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: zakar49@mail.ru

**Kryukov Andrey Vasilyevich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrGUPS),  
Chair «Transport Power Industry»,  
Doctor of Technical Science, Professor,  
phone +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: and\_kryukov@mail.ru

**Kushov Alexey Alexandrovich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrGUPS)  
Chair «Transport Power Industry»,  
Graduate Student,  
phone +7 (3952) 63-83-45,  
e-mail: kushovalexey@yandex.ru

The technique of parametrical identification of alternating current railroad traction network is offered. The technique allows to receive trellised equivalent circuits of traction network which in the presence of measurements' errors of voltage and currents vectors which aren't exceeding 0,5 %, 0,5° give rather high precision of calculation of traction power supply system's modes providing the correct solution of many practical tasks. Computer modeling showed that errors of mode definition of the uniform traction network on voltage don't exceed 0,3 % and 0,1°, on currents – 1,2 %, 1,7°.

*Keywords:* traction power supply systems, traction networks, parametrical identification.

УДК 621.362 + 06

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ  
В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ИНДУКТИВНОСТИ  
С ФЕРРОМАГНИТНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ В СОСТОЯНИИ ПАРАПРОЦЕССА****Мищенко Евгений Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-64-39,  
e-mail: ganemi@yandex.ru

**Мищенко Сергей Евгеньевич**

Ростовский НИИ радиосвязи,  
344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, д. 130,  
доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник,  
телефон +7 (863) 297-01-58,  
e-mail: mihome@yandex.ru

В работе обоснован термодинамический цикл преобразователя тепловой энергии в электрическую, основанной на использовании эффекта взаимодействия энергии тепла и энергии магнитного поля в процессе циклического изменения тока подмагничивания катушки с ферромагнитным сердечником, находящимся в состоянии парапроцесса. Приводятся решения дифференциальных уравнений, описывающих процессы намагничивания и размагничивания сердечника в условиях магнитной восприимчивости, соответствующей теоретически предельному случаю, которые показывают возможность генерации дополнительной электрической энергии, превышающей энергию, затраченную источником на его первичное намагничивание.

*Ключевые слова:* термодинамический цикл, преобразователь энергии, ферромагнитная среда.

**THE THERMODYNAMIC CYCLE OF THE CONVERTER OF THERMAL  
ENERGY INTO ELECTRICAL ENERGY BASED ON A NONLINEAR  
INDUCTOR WITH A FERROMAGNETIC CORE IN THE STATE OF PARAPROCESS****Mishchenko Sergey Evgenievich**

Rostov Research Institute of Radio Communication,  
130, Nansena st., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Scientific Employee,  
phone +7 (863) 297-01-58,  
e-mail: mihome@yandex.ru

**Mishchenko Evgeniy Nikolaevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Communication on the Railways»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone +7 (863) 272-64-39,  
e-mail: ganemi@yandex.ru

In the work justified the thermodynamic cycle of the Converter of thermal energy into electric action, based on the effect of the interaction energy heat and energy of the magnetic field in the process of cyclical changes in bias current coil with a ferromagnetic core, which is in the state of paraprocess. Are solutions of the differential equations describing the processes of magnetization and demagnetization of the core in terms of the magnetic susceptibility, corresponding to the theoretically limiting case, which show the ability to generate additional electric energy exceeding the energy spent by the source to its primary magnetization.

*Keywords:* thermodynamic cycle, the energy converter, a ferromagnetic environment.

УДК 537.8 + 621.43.001.5

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В МАГНИТНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ****Сукиязов Александр Гургенович**

Донской государственной технической университет (ДГТУ),  
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1,  
кафедра «Радиоэлектроника»,  
кандидат физико-математических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 232-79-53

**Присянников Борис Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-63-02.

В статье рассматриваются вопросы использования информационного содержания электромагнитного излучения, сопровождающего работу электрических машин различного назначения. Разработан подход, заключающийся в замене внешнего магнитного поля реальной электрической машины полем эквивалентного магнитного диполя. Эффективность предлагаемого решения оценена с помощью разработанной математической модели типового маломощного двухобмоточного трансформатора; достигнута высокая сходимость теоретических и экспериментальных результатов. Обнаружен эффект разделения информации во внешнем магнитном поле трансформатора.

*Ключевые слова:* фактическое техническое состояние, магнитная система электрической машины, внешнее магнитное поле, эквивалентный магнитный диполь, бесконтактная диагностика.

**USING ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN A MAGNETIC SYSTEMS ELECTRICAL DEVICES FOR SOLVING CONTROL AND DIAGNOSTICS OF TECHNICAL STATE****Sukiyazov Alexander Gurgenovich**

Don State Technical University (DSTU),  
1, Gagarina sq., Rostov-on-Don, 344010, Russia,  
Chair «Radio Electronics»,  
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 230-85-03.

**Prosiannikov Boris Nikolaevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Automatics and Telemechanics on Railway Transport»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone +7 (863) 272-63-02.

This article discusses the use of the information content of polls electromagnetic-magnetic radiation that accompanies the work of electrical machines for different purposes. The developed-tan approach of replacing the external magnetic field, the real electric machine equivalent magnetic dipole field. The effectiveness of the proposed solution is estimated with the help-means of the mathematical model developed low-power two-winding transformer model-torus; achieved a high convergence of theoretical and experimental results. The effect of sharing information in an external magnetic field of the transformer.

*Keywords:* actual technical condition, the magnetic system of electrical ma-bus, the external magnetic field, the equivalent magnetic dipole contactless diagnostics.

**УДК 51 : 621 : 891 + 06**

**СИСТЕМА РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ СОСТАВНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ В УСТОЙЧИВОМ НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ ТРЕНИЯ, ПРИ ДВУХ ВАРИАНТАХ ПОДАЧИ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА**

**Ахвердиев Камил Самедович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Высшая математика»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
телефон +7 (863) 272-63-99,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

**Задорожная Наталья Сергеевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Высшая математика»,  
кандидат физико-математических наук, доцент,  
телефон +7-904-500-88-56,  
e-mail: simon@sfedu.ru

**Флек Борис Михайлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретическая механика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-63-49,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

**Мукутадзе Александр Мурманович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Высшая математика»,  
аспирант,  
телефон +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

В работе в рамках модели короткого подшипника на основе модифицированного уравнения Рейнольдса и уравнения Дарси приведена расчетная модель составного цилиндрического подшипника конечной длины, работающего в нестационарном режиме при осевой и перпендикулярно оси подшипника подачах смазки.

Получены аналитические выражения для компонент поддерживающей силы и в последующем составлено уравнение движения шипа. На основе численного решения полученной системы установлены границы области устойчивости движения шипа в зависимости от протяженности пористой составляющей составного подшипника. Дана оценка влияния длины пористой составляющей на несущую способность и устойчивость работы подшипника.

*Ключевые слова:* гидродинамический расчет, двухслойный подшипник, устойчивость движения шипа, осевая и перпендикулярная оси подачи смазки.

**SYSTEM COMPUTATIONAL MODELS OF ASSEMBLED CYLINDRICAL PLAIN BEARINGS, WORKING IN SUSTAINABLE TRANSIENT REGIME OF FRICTION AT TWO VARIANTS LUBRICATION****Akhverdiev Kamil Samedovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Higher Mathematics»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair,  
phone +7 (863) 272-63-99,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

**Zadorozhnaya Natalya Sergeevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor,  
phone +7-904-500-88-56,  
e-mail: simon@sfedu.ru

**Fleck Boris Mikhaylovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone +7 (863) 272-63-49,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

**Mukutadze Alexander Murmanovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Postgraduate,  
phone +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

In the model of short bearing on the basis of the modified Reynolds equation and the Darcy equation, the estimated model composite cylindrical bearing of finite length, operating in non-stationary mode when the axial and perpendicular to the axis of the bearing feed lubrication.

An analytical expression for the component of the supporting force and subsequently the equations of motion of the spine. Based on the numerical solution of the resulting system is installed, the boundary of stability of motion of a thorn depending on the length of the porous component of the composite bearing. Assess the impact of the length of the porous component on the bearing capacity and stability of the bearing.

*Keywords:* hydrodynamic calculations, two-layer bearing, the stability of motion of a thorn, axial and perpendicular to the axis of lubrication.

**УДК 51 : 621. 891 + 06**

**РАБОЧАЯ МОДЕЛЬ СЛОИСТОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ СМАЗКИ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА С ПОДАТЛИВОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ, ОБЛАДАЮЩЕГО ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ****Лагунова Елена Олеговна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Высшая математика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: lagunova@rambler.ru

**Митрофанов Сергей Владимирович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Начертательная геометрия и графика»,  
аспирант,  
телефон +7 (863) 272-62-11.

**Копотун Борис Евгеньевич**

Южное управление государственного железнодорожного надзора,  
344082, г. Ростов-на-Дону, пер. Доломановский, д. 12а,  
заместитель начальника управления – заместитель главного государственного инспектора  
Госжелдорнадзора,  
кандидат технических наук,  
телефон +7 (863) 272-63-99,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

В работе приводится метод формирования точного автомодельного решения задачи гидродинамического расчета упорного подшипника с податливой опорной поверхностью, обладающего повышенной несущей способностью и работающего на слоистой электропроводящей смазке. Дана оценка влияния исследуемых параметров на основные рабочие характеристики упорного подшипника.

*Ключевые слова:* упорный подшипник, электропроводящая смазка, несущая способность подшипника, опорная поверхность.

**THE WORKING MODEL OF LAYERED ELECTROCONDUCTIVE GREASING OF THE PERSISTENT BEARING WITH THE PLIABLE BASIC SURFACE POSSESSING THE INCREASED BEARING ABILITY****Lagunova Elena Olegovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Higher Mathematics»,  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
phone +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: lagunova@rambler.ru

**Mitrofanov Sergey Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Descriptive Geometry and Drawing»,  
Postgraduate Student,  
phone +7 (863) 272-62-11.

**Kopotun Boris Evgenyevich**

Southern Management of State Railway Inspectorate,  
12a, Dolomanovsky st., Rostov-on-Don, 344082, Russia,  
Deputy Head of Department – Deputy Chief of State Inspector of State Railway Inspectorate,  
Candidate of Technical Sciences,  
phone +7 (863) 272-63-99,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

The method of formation of the exact automodel solution of a problem of hydrodynamic calculation of the persistent bearing with a pliable basic surface possessing the increased bearing ability and working at layered electroconductive greasing is given in work. The assessment of influence of the studied parameters on the main performance data of the persistent bearing is given.

*Keywords:* the persistent bearing, the electroconductive greasing bearing ability of the bearing, a basic surface.

**УДК 519.217****О СУЩЕСТВОВАНИИ МАРТИНГАЛЬНЫХ МЕР, УДОВЛЕТВОРЯЮЩИХ ОСЛАБЛЕННОМУ УСЛОВИЮ НЕСОВПАДЕНИЯ БАРИЦЕНТРОВ: КОНСТРУКТИВИСТСКИЙ ПОДХОД****Павлов Игорь Викторович**

Ростовский государственный строительный университет (РГСУ),  
344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162,  
кафедра «Высшая математика»,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
телефон +7-928-908-78-27,  
e-mail: pavloviv2005@mail.ru

**Цветкова Инна Владимировна**

Ростовский государственный строительный университет (РГСУ),  
кафедра «Высшая математика»,  
ассистент,  
телефон +7-903-404-27-30,  
e-mail: pilipenkoiv@mail.ru

**Шамраева Виктория Викторовна**

Ростовский государственный строительный университет (РГСУ),  
кафедра «Высшая математика»,  
кандидат физико-математических наук,  
телефон +7-903-406-61-85,  
e-mail: shamraeva@mail.ru

В рамках одношаговой модели стохастического базиса рассматривается случайный процесс  $(Z_k, \mathbf{F}_k)_{k=0}^1$ , где  $\mathbf{F}_0$  – тривиальная  $\sigma$ -алгебра, а  $\mathbf{F}_1$  –  $\sigma$ -алгебра, порождённая счётным числом атомов. Предполагается, что  $Z_1$  принимает только три различных значения  $b_1 < b_2 < b_3$ , причём либо  $b_1 < Z_0 < b_2$ , либо  $b_2 < Z_0 < b_3$  (данный процесс допускает бесконечное множество мартингалльных мер). В работе доказывается, что при этом всегда существуют мартингалльные меры, удовлетворяющие ослабленному условию универсальной хааровской единственности – важному интерполяционному свойству, позволяющему преобразовывать неполные модели в полные.

*Ключевые слова:* случайный процесс, мартингалльная мера, дисконтированный процесс, ослабленное условие несовпадения барицентров, полнота, безарбитражность, (B,S)-рынок.

**ON THE EXISTING OF MARTINGALE MEASURES SATISFYING WEAKENED NONCOINCIDENCE BARYCENTER CONDITION: CONSTRUCTIVIST APPROACH****Pavlov Igor Victorovich**

Rostov State University of Civil Engineering (RSUCE),  
162, Socialisticheskaya st., Rostov-on-Don, 344022, Russia,  
Chair «Higher Mathematics»,  
Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor,  
phone +7-928-908-78-27,  
e-mail: pavloviv2005@mail.ru

**Zvetkova Inna Vladimirovna**

Rostov State University of Civil Engineering (RSUCE),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Assistant,  
phone +7-903-404-27-30,  
e-mail: pilipenkoiv@mail.ru

**Shamraeva Victoria Victorovna**

Rostov State University of Civil Engineering (RSUCE),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor,  
phone +7-903-406-61-85,  
e-mail: shamraeva@mail.ru

In a one-step model of stochastic basis a random process  $(Z_k, \mathbf{F}_k)_{k=0}^1$  is considered where  $\mathbf{F}_0$  is a trivial  $\sigma$ -field, and  $\mathbf{F}_1$  is a  $\sigma$ -field generated by a countable number of atoms. It is assumed that  $Z_1$  takes only three different values  $b_1 < b_2 < b_3$ , where either  $b_1 < Z_0 < b_2$  or  $b_2 < Z_0 < b_3$  (this process admits an infinite number of martingale measures). It is proved that in this case there always exists a martingale measure satisfying the weakened universal Haar uniqueness property – an important interpolation property making possible to transform incomplete models to complete ones.

*Keywords:* random process, martingale measure, discounted process, weakened noncoincidence barycenter condition, completeness, arbitrage-free, (B, S)-market.

УДК 539.186 + 06

## НЕРЕЗОНАНСНОЕ КОМПТОНОВСКОЕ РАССЕЙЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ФОТОНА ЛИНЕЙНОЙ МОЛЕКУЛОЙ

**Хоперский Алексей Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Высшая математика»,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: hopersky\_vm\_1@rgups.ru

**Надолинский Алексей Михайлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Физика»,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: amnrnd@mail.ru

**Икоева Кетино Хазбиевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Физика»,  
аспирант,  
телефон +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: Yogu@mail.ru

**Каспржицкий Антон Сергеевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Физика»,  
кандидат физико-математических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: anton1982@mail.ru

**Явна Виктор Анатольевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Физика»,  
доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
телефон +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: yva@rgups.ru

Методами теории неприводимых тензорных операторов в приближении линейной комбинации атомных орбиталей построен вариант нерелятивистской квантовой теории нерезонансного комптоновского рассеяния рентгеновского фотона, ориентированной в пространстве линейной молекулой. Физическая интерпретация амплитуды вероятности рассеяния дана в представлении диаграмм Фейнмана.

*Ключевые слова:* комптоновское рассеяние, функция Бесселя, линейная комбинация атомных орбиталей, полином Якоби, дифференциальное сечение рассеяния.

## NONRESONANT COMPTON SCATTERING OF AN X-RAY PHOTON BY A LINEAR MOLECULE

**Hopersky Alexey Nikolaevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Higher Mathematics»,  
Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: hopersky\_vm\_1@rgups.ru

**Nadolinsky Alexey Mikhailovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Physics»,  
Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: amnrnd@mail.ru

**Ikoeva Ketino Khazdievna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Physics»,  
Postgraduate,  
phone +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: Yogu@mail.ru

**Kaspzhitsky Anton Sergeevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Physics»,  
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor,  
phone +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: anton1982@mail.ru

**Yavna Victor Anatol'evich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Physics»,  
Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor, Head of the Chair,  
phone +7 (863) 272-64-20,  
e-mail: yva@rgups.ru

Methods of the theory of irreducible tensor operators in the linear combination of atomic orbitals approximation built version of the nonrelativistic quantum theory of nonresonant Compton scattering of x-ray photon by a oriented in space linear molecule. Physical interpretation of the scattering probability amplitude is given in the Feynman diagram view.

*Keywords:* Compton scattering, Bessel function, linear combination of atomic orbitals, Jacobi polynomial, differential cross section of scattering.

**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 (210x297 мм) в одном экземпляре. Рекомендуемый объем статьи – 4–10 страниц.

Одновременно текст представляют в виде файла на CD-диске 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;
- **текст статьи** – печатается с переносами.
- **Статья должна содержать вводную часть, цель научной разработки, основную часть и выводы.**

**3** **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.

**4** **Формулы.** При наборе формул следует пользоваться редактором формул Math Type – Equation.

Большие формулы необходимо разбить на отдельные фрагменты. Фрагменты формул по возможности должны быть независимы (при работе в формульном редакторе каждая строка – отдельный объект). Нумерацию следует печатать в *Word* отдельно от формул. 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.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим ГОСТам.

**5** **Рисунки и фотографии** (не более пяти), выполненные четко и контрастно, следует размещать в порядке их упоминания в тексте, подрисовочная подпись обязательна.

**6** **Библиографический список** 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.**

Текст статьи должен быть тщательно отредактирован и готов для макетирования и верстки журнала на компьютере.

**7** **Статья должна быть обязательно подписана всеми авторами.**

**Материалы, прилагаемые к статье**, печатают на отдельном листе.

**8** **Аннотация** (на русском и английском языках):

- **УДК.**
- **Название статьи** (заглавными буквами, полужирным шрифтом).
- **Аннотация** (краткое содержание статьи, включающее 3–4 предложения).
- **Ключевые слова.**

Каждое ключевое слово или словосочетание отделяется от другого запятой.

**9** **Сведения об авторах** (на русском и английском языках):

- **Фамилия, имя, отчество автора** (полностью, без сокращений).
- **Место работы каждого автора** в именительном падеже.
- **Почтовый адрес места работы** с указанием почтового индекса.
- **Ученая степень, ученое звание, должность.**

Важно четко, не допуская иной трактовки, указать место работы конкретного автора. Если все авторы статьи работают или учатся в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно.

- **Контактный телефон.**
- **E-mail.**

Сведения по п. 9 составляют для каждого автора отдельно в порядке упоминания в статье.

**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

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

Ростовский государственный университет путей сообщения.

Редакция журнала «ВЕСТНИК РГУПС».

● по электронной почте

E-mail: vlm\_nis@sci.rgups.ru,

nis@rgups.ru (дополнительный).

● **принести в редакцию** и передать ответственному секретарю (гл. корпус, ком. Д 107), телефон +7(863) 272-62-74, факс +7 (863) 255-37-85.

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

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

– машиностроение;

– подвижной состав, безопасность движения и экология;

– транспортная энергетика;

– информационные технологии, автоматика и телекоммуникации;

– управление и логистика на транспорте;

– экономика и социальная работа на транспорте;

– железнодорожный путь и транспортное строительство;

– физико-математические науки.

**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») издается с октября 1999 года, зарегистрирован в Госкомитете по печати РФ, свидетельство о регистрации № 018074. Журнал имеет международный стандартный серийный номер (ISSN 0201-727X), присвоенный Книжной палатой Российской Федерации.

Учредителем и издателем является Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (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 6.02.2004 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. Цена одного номера – 200 рублей.

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. им. 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: vlm\_nis@sci.rgups.ru ; nis@rgups.ru (дополнительный).

**Архив журнала и требования по оформлению статей размещены на сайтах:**  
**<http://www.rgups.ru> в разделе «Издания» и <http://vestnik.rgups.ru>**

*Научное издание*

**ВЕСТНИК  
Ростовского государственного университета  
путей сообщения**

Научно-технический журнал

**№ 4 (56)  
2014**

**Уважаемые читатели!**

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

**Полнотекстовая версия статей  
(за все годы существования журнала с 1999 г.)  
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, Н.С. Федорова, Т.М. Чеснокова,  
И.П. Агабекян (английский текст)

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

Оригинал-макет журнала подготовлен Л.М. Винниковой

---

Подписано в печать 23.12.2014.  
Печать офсетная.  
Тираж 500 экз.

Формат 60x84/8.  
Усл. печ. л. 19,52.

Бумага офсетная.  
Изд. № 112.  
Заказ № 131.

---

**Учредитель:**

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

**Адрес университета:**

**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: [vlm\\_nis@sci.rgups.ru](mailto:vlm_nis@sci.rgups.ru); [nis@rgups.ru](mailto:nis@rgups.ru)**

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