

## АННОТАЦИИ

УДК 621.891 + 06

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ И РЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СМАЗКИ И НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТРИБОЛОГИИ****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) 272-63-62,  
e-mail: vm@rgups.ru

Дана оценка современного направления развития гидродинамической и реодинамической теории смазки. Сделана попытка объяснить позиции, не объяснимые с точки зрения классической гидродинамической теории. Освещены исторические аспекты основных этапов развития гидродинамической теории и отмечены научные работы ученых, создавших базис для дальнейшего развития гидродинамической теории.

*Ключевые слова:* гидродинамика, реодинамика, подшипники скольжения, автомобильная переменная, смазка расплавом.

**CURRENT STATE OF MODERN HYDRODYNAMIC AND RHEODYNAMIC LUBRICATION THEORY AND SOME PROMISING DIRECTIONS IN TRIBOLOGY****Akhverdiev Kamil Samedovich**

Rostov State Transport University,  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Higher Mathematics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair,  
phone + 7 (863) 272-63-62,  
e-mail: vm\_2@kaf.rgups.ru

The modern trends of development of hydrodynamic and rheodynamic lubrication theory are estimated. An attempt is made to explain positions that are not explainable from the classical view of the hydrodynamic theory. The historical aspects of the main stages in the development of the hydrodynamic theory are illuminated and the scientific work of the scientists that created the basis for further development of the hydrodynamic theory is observed.

*Keywords:* hydrodynamics, rheodynamic, plain bearings, self-similar variable, the grease melt.

УДК 621.891

**ТРИБОЛОГИЯ И КОСМИЧЕСКИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ****Броновец Марат Александрович**

Институт проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского,  
117526, г. Москва, проспект Вернадского, д. 101/1,  
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,  
телефон +7 (495) 434-33-60,  
e-mail: brnovets@ipmnet.ru

Новый этап развития космонавтики требует разработки перспективных конструкционных и смазочных материалов, которые обеспечат работоспособность и на орбите Земли, и в дальнем космосе в течение длительного срока функционирования изделий. Их разработка требует знания особенностей поведения трущихся поверхностей в глубоком вакууме при воздействии инфракрасного,

ультрафиолетового и радиационного излучений, перепаде температур в широком диапазоне. Всё это резко повышает уровень требований к материалам, которые могут быть использованы в механизмах космических аппаратов.

*Ключевые слова:* трение, износ, смазочные материалы и смазка, трибология, космические транспортные системы.

## TRIBOLOGY AND COSMIC TRANSPORT SYSTEMS

### **Bronowiec Marat Alexandrovich**

Institute for Problems in Mechanics of the Russian Academy of Sciences named A.Yu. Ishlinskii,  
101/1, Vernadsky av., Moscow, 119526, Russia,  
Candidate of Engineering Sciences, Leading Researcher,  
phone +7 (495) 434-33-60,  
e-mail: brnovets@ipmnet.ru

A new stage in the development of cosmonautics requires the development of promising structural and lubricating materials that will ensure the operability both in the orbit of the earth and in outer space for a long period of operation of the products. Their development requires knowledge of the behavior of rubbing surfaces in a deep vacuum under the influence of infrared, ultraviolet and radiation radiation, the temperature drop in a wide range. All this highly raises the level of requirements for materials that can be used in the mechanisms of space vehicles.

*Keywords:* friction, wear, lubricants and lubrication, tribology, space transport systems.

УДК 621.791.052 + 06

## ПЛАЗМЕННЫЕ ПОТОКИ В СВАРОЧНЫХ ДУГАХ

### **Дюргеров Никита Георгиевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Технология металлов»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-65-47,  
e-mail: macs@rgups.ru

### **Ленивкин Вячеслав Андреевич**

Донской государственный технический университет (ДГТУ),  
344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1,  
кафедра «Машины и автоматизация сварочного процесса»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 291-07-91,  
e-mail: svarka@dstu.edu.ru

### **Даровской Геннадий Викторович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Технология металлов»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-65-47,  
e-mail: graffDAROVSKOI@yandex.ru

### **Киселёв Дмитрий Вадимович**

Донской государственный технический университет (ДГТУ),  
кафедра «Машины и автоматизация сварочного процесса»,  
инженер,  
телефон +7 (863) 291-07-91,  
e-mail: ddd33@rambler.ru

Рассмотрены плазменные потоки, действующие в сварочных дугах с плавящимся электродом в защитных газах, причины и природа их возникновения, влияние на технологические свойства процесса сварки. С помощью оригинальной методики определены параметры плазменных потоков в дуге.

*Ключевые слова:* плазменные потоки, сварочная дуга, плавящийся электрод, технологические свойства сварочной дуги.

## THE PLASMA FLOWS OF WELDING ARCS

### **Dyurgerov Nikita Georgievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Metal Technology»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272-65-47,  
e-mail: macs@rgups.ru

### **Lenivkin Vyacheslav Andreyevich**

Don State Technical University (DSTU),  
1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, Russia,  
Chair «Machines and Automation of Welding Production»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 291-07-91,  
e-mail: svarka@dstu.edu.ru

### **Darovskoy Gennady Viktorovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Metal Technology»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-65-47,  
e-mail: graffDAROVSKOI@yandex.ru

### **Kiselev Dmitriy Vadimovich**

Don State Technical University (DSTU),  
Chair «Machines and Automation of Welding Production»,  
Engineer,  
phone +7 (863) 291-07-91,  
e-mail: ddd33@rambler.ru

The influence of plasma flows in a welding arc with consumable electrodes in shielded gases, their nature on the technological properties of welding arc are considered. With original methodic definition plasma flows in welding arc are determined.

*Keywords:* plasma flows, welding arc, consumable electrode, arc welding, technological properties.

## УДК 620.22

## ВЛИЯНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ

### **Мышкин Николай Константинович**

Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого  
Национальной академии наук Беларуси (ИММС НАН Беларуси),  
246050, Беларусь, г. Гомель, ул. Кирова, д. 32а,  
директор,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: mpri@mail.ru

**Сергиенко Владимир Петрович**

Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого  
Национальной академии наук Беларуси (ИММС НАН Беларуси),  
отдел «Фрикционное материаловедение»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: sergienko\_vp@mail.ru

**Бухаров Сергей Николаевич**

Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого  
Национальной академии наук Беларуси (ИММС НАН Беларуси),  
отдел «Фрикционное материаловедение»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: sbuharov@tut.by

**Мясникова Нина Алексеевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения,  
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

Нежелательный шум и вибрация, связанные с процессами диссипации и передачи механической энергии в машинах, представляют собой важную экономическую и техническую проблему в промышленности. Авторами выполнены исследования, направленные на поиск материаловедческих путей снижения виброакустической активности трибосопряжений за счет проектирования оптимальной структуры и состава материалов пары трения. В результате проведенных исследований предложены составы фрикционных композитов с модифицированной наночастицами полимерной матрицей, что обеспечивает повышение коэффициента потерь до 20 %.

*Ключевые слова:* фрикционные материалы, нанотрубки, технический углерод, слоистые силикаты, нанокompозит, диспергирование, трение, шум.

**THE INFLUENCE OF NANOSIZED FILLERS ON THE VIBROACOUSTIC CHARACTERISTICS OF THE FRICTION COMPOSITES****Myshkin Nikolay Konstantinovich**

Institute of Mechanics of Metal-Polymer Systems name V.A. Belyi  
National Academy of Sciences of Belarus (IMMS NAS of Belarus),  
32a, Kirov st., Gomel, 246050, Belarus,  
Director,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: mpri@mail.ru

**Sergienko Vladimir Petrovich**

Institute of Mechanics of Metal-Polymer Systems name V.A. Belyi  
National Academy of Sciences of Belarus (IMMS NAS of Belarus),  
Department «Friction Materials»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: sergienko\_vp@mail.ru

**Bukharov Sergey Nikolayevich**

Institute of Mechanics of Metal-Polymer Systems name V.A. Belyi  
National Academy of Sciences of Belarus (IMMS NAS of Belarus),  
Department «Friction Materials»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: sbuharov@tut.by

**Myasnikova Nina Alekseyevna**

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

The undesirable noise and vibration associated with the processes of transmission and dissipation of mechanical energy in the machines are an important economic and technical problem in the industry. The authors carried out a study aimed at finding ways to reduce material science of vibro-acoustic activity tribocontact by designing the optimal structure and composition of materials of the friction pair. These studies suggested formulations of friction composites with polymeric matrix modified nanoparticles, which increases the loss factor of up to 20 %.

*Keywords:* friction materials, nanotubes, carbon black, layered silicates, nanocomposite, dispersion, friction noise.

**УДК 625.112 + 06**

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УНИФИКАЦИИ ШИРИНЫ КОЛЕИ В КРИВЫХ МАЛОГО РАДИУСА**

**Щербак Петр Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Путь и путевое хозяйство»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-14-04,  
e-mail: spn55@mail.ru

**Фейзов Эмин Эльдарович**

Общество с ограниченной ответственностью «Транс-Триботехника»,  
344038, г. Ростов-на-Дону, пр. Михаила Нагибина, д. 14а, оф. 150,  
ведущий инженер-технолог,  
телефон +7-961-401-05-32.

**Лисицин Андрей Иванович**

Управление пути и сооружений Центральной дирекции инфраструктуры –  
филиала ОАО «Российские железные дороги»,  
107174, г. Москва, ул. Новая Басманная, д. 2,  
главный инженер,  
телефон +7 (499) 262-08-37.

**Коваленко Любовь Ивановна**

Ростовский строительный колледж,  
344008, г. Ростов-на-Дону, ул. Максима Горького, д. 30,  
преподаватель,  
телефон +7-988-723-40-33.

Представлены результаты работ по оптимизации затрат на техническое обслуживание и ремонт на участках пути в кривых радиусом менее 350 м за счет унификации элементов верхнего строения пути. Результаты проведенного анализа эксплуатации пути в кривых радиусом менее 350 м в части изменения ширины колеи и износа рельсов определили возможность содержания рельсовой колеи в кривых радиусом менее 350 м с номиналом ширины колеи 1520 мм.

*Ключевые слова:* унификация ширины рельсовой колеи, кривые малого радиуса, контрольные кривые, интенсивность уширения рельсовой колеи, интенсивность бокового износа рельсов.

## **EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH BY UNIFICATION OF TRACK GAUGE IN CURVES OF SMALL RADIUS**

**Shcherbak Peter Nikolayevich**

Rostov State Transport Universite (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Track and Track Facilities»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272-14-04,  
e-mail: spn55@mail.ru

**Feizov Emin Eldarovich**

Limited Liability Company «Trans-Tribotechnika»,  
14a, of. 150, Mikhail Nagibin av., 344038, Rostov-on-Don, Russia,  
Leading Engineer-Technologist,  
phone +7-961-401-05-32.

**Lisitsin Andrey Ivanovich**

Management of the Way and Facilities of the Central Directorate of Infrastructure –  
Branch of JSC «Russian Railways»,  
2, Novaya Basmannaya st., Moscow, 107174, Russia,  
Chief Engineer,  
phone +7 (499) 262-08-37.

**Kovalenko Lyubov Ivanovna**

Rostov Construction College,  
30, Maxim Gorky st., Rostov-on-Don, 344008, Russia,  
Lecturer,  
phone +7-988-723-40-33.

The article presents the results of work on the optimization of maintenance and repairing costs for track sections in the curve with the radius of less than 350 m by unifying the elements of the track upper structure. The results of the conducted analysis of the track operation in the curve with the radius of less than 350 m in the part of gauge change and rail wearing determined the possibility of existence the rail track in the curve with the radius of less than 350 m with the nominal of track gauge of 1520 mm.

*Keywords:* unification of the rail track gauge, sharp curves, control curves, the intensity of the rail track broadening, the intensity of the lateral rail wearing.

**УДК 621.436.001.24**

**ВНЕШНЯЯ СТАЦИОНАРНАЯ СИСТЕМА ОЧИСТКИ  
МОТОРНОГО МАСЛА ТЕПЛОВЗОВ****Белоглазова Наталья Анатольевна**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
644046, г. Омск, ул. К. Маркса, д. 35,  
кафедра «Начертательная геометрия и инженерная графика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7-905-923-10-50,  
e-mail: om-tmdm\_nb@mail.ru

**Минаков Виталий Анатольевич**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Локомотивы»,  
старший преподаватель,  
телефон +7-983-522-82-32,  
e-mail: vitlya\_13@mail.ru

**Носков Виталий Олегович**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Локомотивы»,  
аспирант,  
телефон +7-923-690-47-06,  
e-mail: vitalik\_noskov@mail.ru

Очистка моторного масла дизеля от загрязняющих примесей является неотъемлемой частью надежной эксплуатации дизелей локомотивов. Бортовые системы очистки не способны отфильтровывать мелкодисперсные частицы загрязняющих примесей, которые оказывают влияние на износ деталей дизеля и загрязнение масла. Предлагается использование дополнительной стационарной установки для более качественной очистки моторного масла.

*Ключевые слова:* моторное масло, очистка масла, дизель, фильтры очистки, коэффициент очистки масла, центробежный фильтр.

**EXTERIOR CLEANING SYSTEM IN STATIONARY ENGINE  
OF OIL DIESEL LOCOMOTIVES****Beloglazova Natalia Anatolievna**

Omsk State Transport University (OmSTU),  
35, K. Marksa st., Omsk, 644046, Russia,  
Chair «Descriptive Geometry and Engineering Graphics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7-905-923-10-50,  
e-mail: om-tmdm\_nb@mail.ru

**Minakov Vitaliy Anatolievich**

Omsk State Transport University (OmSTU),  
Chair «Locomotives»,  
Senior Lecturer,  
phone +7-983-522-82-32,  
e-mail: vitlya\_13@mail.ru

**Noskov Vitaliy Olegovich**

Omsk State Transport University (OmSTU),  
Chair «Locomotives»,  
Postgraduate,  
phone +7-923-690-47-06,  
e-mail: Vitalik\_noskov@mail.ru

The cleaning of the diesel oil engine from contaminants is an integral part of the safe operation of the diesel locomotives. The board cleaning system is not able to filter out pity particles of contaminants that affect the diesel engine parts wearing and oil pollution. It is proposed to use more permanent installation for better cleaning of the oil engine.

*Keywords:* motor oil, oil cleaning, diesel filters, oil purification coefficient, centrifugal filter.

**УДК 629.4.02.4 + 06**

**ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРУЕМОГО КУЗОВА  
РЕЛЬСОВОГО ЭКИПАЖА****Волков Игорь Васильевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Электрический подвижной состав»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-63-21,  
e-mail: volkov-rgups@yandex.ru

**Булавин Юрий Павлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-63-86,  
e-mail: yp@bulavin.org

На основе вариационных принципов механики разработана динамическая модель деформируемого кузова рельсового экипажа. Полученные уравнения движения упругого кузова основаны на расчетной схеме тонкостенного стержня с деформируемым контуром поперечного сечения. Установлена общность полученных математических выражений с уравнениями изгибных колебаний балки сплошного сечения (тонкостенной балки), традиционно используемыми в динамических расчетах рельсовых экипажей.

*Ключевые слова:* динамическая модель, деформируемый кузов, изгибные колебания, поперечное сечение, деформация контура.

**DYNAMIC MODEL OF DEFORMABLE BODY OF RAILWAY VEHICLE****Volkov Igor Vasilievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Electric Rolling Stock»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272-63-21,  
e-mail: volkov-rgups@yandex.ru

**Bulavin Yuri Pavlovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Car and Car Facilities»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-63-86,  
e-mail: yp@bulavin.org

On the basis of the variational principles of mechanics, a dynamic model of a deformable body of a railway vehicle is elaborated. It is obtained the equations of the elastic body motion based on the design scheme of thin-walled bar with a deformable contour of the cross section. It is established the common mathematical expressions derived from the equations of flexural vibrations of solid cross-section beams (thin-walled beams), traditionally used in dynamic calculations of railway vehicles.

*Keywords:* dynamic model, deformable body, bending vibrations, cross section, contour deformation.

**УДК 621.891 + 06**

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К АКТИВАТОРАМ ТРЕНИЯ В ЗОНЕ КОНТАКТА «КОЛЕСО – РЕЛЬС»****Майба Игорь Альбертович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Транспортные машины и триботехника»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (863) 272-65-90,  
e-mail: mia@rgups.ru

**Ананко Анатолий Михайлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Транспортные машины и триботехника»,  
магистрант,  
телефон +7-928-198-85-77,  
e-mail: nypotilitailla@yandex.ru

**Бекетов Анатолий Сергеевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Транспортные машины и триботехника»,  
магистрант,  
телефон +7-928-229-01-57,  
e-mail: beketov-anatoly23@yandex.ru

**Никитина Мария Игоревна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Транспортные машины и триботехника»,  
магистрант,  
телефон +7-928-213-79-52,  
e-mail: manunya3000@mail.ru



При разработке технических требований вопросы применения активаторов и модификаторов трения рассматривались с точки зрения решения задачи управления трением в системе «колесо – рельс». Современный подход регулирования процессов трения и сцепления в зоне контакта бандажа колеса с головкой рельса основан на концепции управления трением за счет модификации контактных поверхностей колес и рельсов специальными материалами – активаторами и модификаторами трения. Модификаторы трения, предназначенные для использования в системе «колесо – рельс», – это материалы, которые добавляются в область контакта поверхности катания колеса и рельса с целью создания третьего тела, обладающего желаемыми свойствами. Активатор трения – материал, регулируемо повышающий силы сцепления колес локомотивов с рельсами до уровня, обеспечивающего устойчивую реализацию силы тяги локомотивов по сцеплению.

*Ключевые слова:* система «колесо – рельс», модификатор трения, активатор трения, повышение эффективности торможения, боксования, активизатор сцепления, коэффициент сцепления, коэффициент трения.

## **FEASIBILITY OF TECHNICAL REQUIREMENTS FOR FRICTION ACTIVATORS IN CONTACT ZONE «WHEEL – RAIL»**

### **Maiba Igor Albertovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Transport Machines and Tribotechnics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7 (863) 272- 65-90,  
e-mail: mia@rgups.ru

### **Ananko Anatoliy Michailovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Transport Machines and Tribotechnics»,  
Undergraduate,  
phone +7-928-198-85-77,  
e-mail: nypotilitailla@yandex.ru

### **Beketov Anatoliy Sergeevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Transport Machines and Tribotechnics»,  
Undergraduate,  
phone +7-928-229-01-57,  
e-mail: beketov-anatoly23@yandex.ru

### **Nikitina Maria Igorevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Transport Machines and Tribotechnics»,  
Undergraduate,  
phone +7-928-213-79-52,  
e-mail: manunya3000@mail.ru

While developing technical requirements, the questions of application the friction promoters and modifiers were considered from the solution of the steering friction problem in the wheel rail system. Modern approach of regulation the processes of friction and clutch in a zone of contact piece of a bandage of a wheel to a head of a rail is based on the concept of steering friction due to version of contact areas of wheels and rails by special materials – the friction promoters and modifiers. The friction modifiers intended for use in the wheel rail system are materials which are added to the contact area of the using wheel and rail surface for the purpose to create the third body having desirable properties. The friction promoter is material that is adjustable increasing force of the locomotive wheel adhesion with rails to the level providing steady realization of locomotive tractive effort on clutch.

*Keywords:* the wheel rail system, friction modifier, friction promoter, increase in braking efficiency, boksovaniye, activator of clutch, coefficient of clutch, friction coefficient.

УДК 656.25 + 06

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ В СТРУКТУРЕ РЖД

### **Бережной Дмитрий Николаевич**

Ростовский региональный центр связи  
Ростовской дирекции связи Центральной станции связи – филиала ОАО «РЖД»,  
344019, г. Ростов-на-Дону, пл. Театральная, д. 4,  
главный инженер Ростовского регионального центра связи,  
телефон +7 (863) 259-57-89,  
e-mail: dberegnoy@skzd.rzd.ru

### **Кульбикаян Хачерес Шагенович**

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) 259-40-54,  
e-mail: khs@rgups.ru

### **Мищенко Евгений Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-64-39,  
e-mail: bmwganemi@aanet.ru

Произведен обзор производителей атмосферных оптических систем (ОАЛС) передачи данных. Предложена инженерная методика расчета дистанции исходя из климатических условий региона. Даны рекомендации по выбору этих систем при решении некоторых конкретных задач. Оценена возможность использования ОАЛС при организации каналов технологической связи.

*Ключевые слова:* оптическая атмосферная связь, атмосфера, передача данных.

## PECULIARITIES OF COMMUNICATION APPLICATION OF ATMOSPHERIC OPTICAL LINE IN STRUCTURE JSC «RUSSIAN RAILWAY»

### **Berezhnoy Dmitriy Nikolayevich**

Rostov Regional Communication Center,  
Rostov Communication Directorate of Central Communication Station – Branch of OJSC «RZD»,  
4, Teatralnaya sq., Rostov-on-Don, 344019, Russia,  
Chief Engineer of Rostov Regional Communications Center,  
phone +7 (863) 259-57-89,  
e-mail: dberegnoy@skzd.rzd.ru

### **Kulbikayan Khacheres Shagenovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Communication on Railways»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 259-40-54,  
e-mail: khs@rgups.ru

### **Mischenko Eugeny Nikolayevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Communication on Railways»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-64-39,  
e-mail: ganemi@yandex.ru

The survey of manufacturers of the atmospheric optical systems (FSO) data transmission is produced. The engineering calculating method of the distance based on the climatic conditions of the region is proposed. Recommendations on the choice of these systems for some specific tasks are given. The possibility of using FSO in the organization of technological communication channels is evaluated.

*Keywords:* atmospheric optical communication, the atmosphere, the transmission of data.

**УДК 614 : 656.21 + 06**

### **СТРУКТУРА И РЕЖИМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ**

**Цуриков Александр Николаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Информатика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (909) 409-42-85,  
e-mail: tsurik7@yandex.ru

**Карсян Анжела Жозефовна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Информатика»,  
кандидат физико-математических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-65-43,  
e-mail: agk16@yandex.ru

**Чубейко Сергей Валерьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Информатика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-65-43,  
e-mail: greyc@mail.ru

Описаны структура и режимы функционирования системы поддержки принятия решений при чрезвычайной ситуации на железнодорожной станции. Система обеспечивает оповещение и поддержку ответственных лиц. Создано реализующее программное приложение. Система защищена патентом на полезную модель.

*Ключевые слова:* интеллектуальная система, лицо, принимающее решения, поддержка принятия решений, режим работы, структура.

### **STRUCTURE AND OPERATING MODES OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM IN EMERGENCY ON RAILWAY STATION**

**Tsurikov Alexander Nikolayevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Informatics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (909) 409-42-85,  
e-mail: tsurik7@yandex.ru

**Karsyan Angela Zhozefovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Informatics»,  
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-65-43,  
e-mail: agk16@yandex.ru

**Chubeyko Sergey Valerievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Informatics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-65-43,  
e-mail: greyc@mail.ru

The article describes structure and operating modes of the decision support system in emergency on railways. The system provides to decision support and alerting of decision makers. Realizing software application is created. The system is protected by the patent of utility model.

*Keywords:* intelligent system, decision maker, decision support, operating mode, structure.

**УДК 656.2**

**ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМАМ РАЗВИТИЯ  
ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА****Красильникова Наталья Николаевна**

Улан-Удэнский институт железнодорожного транспорта (УУИЖТ),  
670034, г. Улан-Удэ, проспект 50 лет Октября, д. 58,  
Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,  
кандидат технических наук, преподаватель,  
телефон +7-983-425-33-72,  
e-mail: krasilnn@mail.ru

Рассматриваются проблемы сокращения финансирования проекта «Модернизация железнодорожной инфраструктуры Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей». Для привлечения инвестиций грузовладельцев в развитие транспортной инфраструктуры предложен метод устойчивого множества. Метод кооперативной теории игр основан на переговорах между участниками коалиции.

*Ключевые слова:* транспортная инфраструктура, инвестиции, частные компании, месторождения полезных ископаемых, теория игр.

**GAME-THEORETIC APPROACH TO PROBLEMS  
OF THE EASTERN POLYGON DEVELOPMENT****Krasilnikova Natalia Nikolayevna**

Ulan-Ude Institute of Railway Transport,  
58, 50 Years October av., Ulan-Ude, 670034, Russia,  
Ulan-Ude College of Railway Transport,  
Candidate of Engineering Sciences, Senior Teacher,  
phone +7-983-425-33-72,  
e-mail: krasilnn@mail.ru

The article deals with problems of funding reduction for the project of the railway infrastructure modernization of Baikal-Amur and Trans-Siberian railways. It's proposed the stable set method to attract freight owners' investments. The method of co-operative game theory is based on negotiations between the partners of the coalition.

*Keywords:* transport infrastructure, investment, private companies, mineral deposits, game theory.

**УДК 528.2/3 + 06**

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ АВТОНОМНЫХ  
СПУТНИКОВЫХ КООРДИНАТНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ****Куштин Владимир Иванович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7-905-451-18-63,  
e-mail: v.kushtin@yandex.ru

**Петренко Алексей Михайлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог»  
аспирант,  
телефон +7-951-498-70-08,  
e-mail: petrenko-rnd@yandex.ru

Объектом исследований, результатом которых является представленная работа, являются способы повышения точности автономных спутниковых координатных определений.

Предложен способ определения поправок в измеренные дальности за влияние тропосферы (тропосферная задержка) методом сочетания строгого и численного интегрирования при информации об атмосфере только у приемника сигнала.

Приведены результаты оценки точности нахождения поправок предлагаемым способом, которые подтверждают высокую точность их определения.

*Ключевые слова:* глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), ГЛОНАСС, тропосферная задержка сигнала, атмосфера, поправки в измеренные дальности, транспортные системы, космические системы.

**INCREASE IN ACCURACY OF AUTONOMOUS SATELLITE  
COORDINATE DEFINITIONS****Kushtin Vladimir Ivanovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Survey, Design and Construction of Railways»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7-905-451-18-63,  
e-mail: v.kushtin@yandex.ru

**Petrenko Aleksey Mihailovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Survey, Design and Construction of Railways»,  
Postgraduate,  
phone +7-951-498-70-08,  
e-mail: petrenko-rnd@yandex.ru

The object of the research and the result which is represented by the work are the ways of increasing the accuracy of satellite coordinate autonomous definition.

The way of determining the amendments to the measured distance for the effect of the troposphere (tropospheric delay) is offered by the method of combination of a rigorous and numerical integration with information about the atmosphere only at the signal receiver.

The results of evaluating the accuracy of finding the corrections proposed method which confirm the high accuracy of their determination are given.

*Keywords:* satellite coordinate definition, global navigation satellite system, GLONASS, tropospheric signal delay, the atmosphere, the amendments to the measured distance, transport systems, space systems.

**УДК 621.331 : 621.311****МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В СИСТЕМАХ  
ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НОВЫХ ТИПОВ****Закарюкин Василий Пантелеймонович**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15,  
кафедра «Электроэнергетика транспорта»,  
доктор технических наук, профессор,  
телефон +7 (914) 936-84-71,  
e-mail: zakar49@mail.ru

**Крюков Андрей Васильевич**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Электроэнергетика транспорта»,  
доктор технических наук, профессор.

Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ),  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83,  
кафедра «Электроснабжение и электротехника»,  
профессор,  
телефон +7 (902) 513-87-23,  
e-mail: and\_kryukov@mail.ru

**Алексеевко Евгения Алексеевна**

Восточно-Сибирская дирекция по энергообеспечению – структурное подразделение  
Трансэнерго ОАО «РЖД»,  
664013, г. Иркутск, ул. Образцова, д. 20.

Иркутская дистанция электроснабжения,  
664013, г. Иркутск, ул. Образцова, д. 20,  
магистр техники и технологии, энергодиспетчер,  
телефон +7 (924) 543-31-21,  
e-mail: alev\_ia@mail.ru

Разработка новых систем тягового электроснабжения переменного тока приводит к необходимости расчетного определения токов коротких замыканий для настроек релейной защиты. В статье рассмотрены вопросы моделирования коротких замыканий в системах тягового электроснабжения повышенного напряжения, а также в системах с усиливающим коаксиальным кабелем.

Эффективный метод расчета токов коротких замыканий реализован на основе применения фазных координат. В его основу положена идея представления многопроводных линий электропередачи и многообмоточных трансформаторов в виде решетчатых схем замещения. Программная реализация метода позволила наряду с определением токов и напряжений режимов коротких замыканий в любых типах систем тягового электроснабжения переменного тока рассчитывать магнитные поля, создаваемые многопроводными тяговыми сетями.

В статье приведены примеры компьютерного моделирования коротких замыканий в системе тягового электроснабжения 94 кВ и в системе 1×25 кВ с усиливающим коаксиальным кабелем. Предлагаемая технология позволяет моделировать любые аварийные режимы в сложных тяговых сетях нового конструктивного исполнения.

*Ключевые слова:* железная дорога, система электроснабжения, повышенное напряжение, кабели, короткое замыкание, моделирование.

## MODELLING OF SHORT CIRCUITS IN TRACTION POWER SUPPLY SYSTEMS IN NEW TYPES

**Zakaryukin Vasilij Panteleymonovich**

Irkutsk State Transport University (ISTU),  
15, Chernyshevskogo st., Irkutsk, 664074, Russia,  
Chair «Transport Power Industry»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7 (914) 936-84-71,  
e-mail: zakar49@mail.ru

**Kryukov Andrey Vasilyevich**

Irkutsk State Transport University (ISTU),  
Chair «Transport Power Industry»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor.

Irkutsk National Research Technical University (INRTU),  
83, Lermontova st., Irkutsk, 664074, Russia,  
Chair «Power Supply and Electrical Equipment»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +7 (902) 513-87-23,  
e-mail: and\_kryukov@mail.ru

**Alekseenko Eugeniya Alekseyevna**

East Siberian Directorate on Power Supply – Structural Division Transpower  
JSC «Russian Railway»,  
20, Obratsov st., Irkutsk, 664013, Russia.

Irkutsk Distance of Power Supply,  
Master of the Equipment and Technology, Power Supply Dispatcher,  
phone +7 (924) 543-31-21,  
e-mail: alev\_ia@mail.ru

The development of new traction power supply systems of alternating current leads to the necessity of settlement determination of short circuit currents for settings of relay protection. In article the questions of short circuit modelling in traction power supply systems of the increased voltage and in systems with the strengthening coaxial cable are considered.

Effective method of short circuits determination is realized on the basis of phase coordinates use. The idea of power lines and transformers representation in the form of trellised equivalent circuits from the RLC elements is its basis. Program implementation of a method allows receiving the short circuit modelling with determination of currents and voltages and calculating the magnetic fields created by multi line tractive nets.

Results of short circuit computer modelling in 94 kV tractive net and in 1×25 kV system with coaxial cables are presented. The offered technology allows modelling any emergency modes in complex traction networks of new design.

*Keywords:* railway, power supply system, increased voltage, cable, short circuit, modeling.

**УДК 620.179.14**

## **МАГНИТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УПРОЧНЁННОГО ВЕРХНЕГО СЛОЯ МЕТАЛЛА ОСЕЙ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА**

**Ливцов Юрий Владимирович**

Луганский государственный университет им. Владимира Даля («ЛГУ им. В. Даля»),  
91034, Украина, г. Луганск, кв. Молодежный, д. 20а,  
кафедра «Электромеханика»,  
аспирант,  
телефон +38 (095) 692-95-42,  
e-mail: liwtsoff@yandex.ua

**Березкина Ирина Анатольевна**

Луганский государственный университет им. Тараса Шевченко  
(«ЛГУ им. Тараса Шевченко»),  
91011, Украина, г. Луганск, ул. Оборонная, д. 2,  
кафедра «Фундаментальная математика»,  
кандидат педагогических наук, доцент,  
телефон +38 (050) 154-46-08,  
e-mail: b0501544608@yandex.ru

**Яковенко Валерий Владимирович**

Луганский государственный университет имени Владимира Даля («ЛГУ им. В. Даля»),  
кафедра «Электромеханика»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
телефон +38 (066) 067-10-93.

Предложен метод контроля качества упрочнения поверхности ферромагнитных деталей путем накатки роликами. Метод основан на измерении составляющих вектора напряженности магнитного поля рассеяния намагниченного участка П-образным электромагнитом. Для расчета магнитного поля в нелинейной среде используется интегральное уравнение Фредгольма. Результаты системного решения уравнения используются при численном анализе поля рассеяния намагниченного участка детали, который дает возможность определить коэрцитивную силу и толщину упрочненного поверхностного слоя металла. Корректность результатов численного расчета подтверждают данные натурального эксперимента.

*Ключевые слова:* упрочнение металла, накатка, магнитное поле, намагничивание, интегральное уравнение, феррозонд.

**MAGNETIC METHOD OF QUALITY CONTROL  
OF HARDENED TOP METAL LAYER OF RAIL TRANSPORT AXELES****Livtsov Yuri Vladimirovich**

Lugansk State University named after Vladimir Dal,  
20 a, Molodezhnyi st., Lugansk, 91034, Ukraine,  
Chair «Electrical Engineering»,  
Postgraduate,  
phone +38 (095) 692-95-42,  
e-mail: liwtsoff@yandex.ua

**Berezkina Irina Anatolyevna**

Luhansk State University named after Taras Shevchenko,  
2, Oboronaya st., Lugansk, 91011, Ukraine,  
Chair «Fundamental Mathematics»,  
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
phone +38 (050) 154-46-08,  
e-mail: b0501544608@yandex.ru

**Yakovenko Valeriy Vladimirovich**

Lugansk State University named after Vladimir Dal,  
Chair «Electrical Engineering»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
phone +38 (066) 067-10-93

A quality control method is suggested for hardening surface of the ferromagnetic parts by rollers knurling. The method is based on measuring the vector components of the magnetic stray field of the magnetized portion by U-shaped electromagnet. The Fredholm integral equation is used for the calculation of the magnetic field in a nonlinear medium. The results of the equation system solutions are applied in the numerical analysis of the scattering field of the magnetized parts section, which allows you to determine the coactivity and the thickness of the hardened surface layer of the metal. The correctness of the results of numerical calculations is confirmed by the data field experiment.

*Keywords:* metal hardening, roll, magnetic field, magnetization, integral equation, ferroprobes.

**УДК 621.31 + 06**

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУППОВОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ  
ОПОР ТЯГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА****Осипов Владимир Александрович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
кафедра «Теоретические основы электротехники»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-65-15,  
e-mail: dw\_@rambler.ru

**Осипова Анна Ивановна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Автоматизированные системы электроснабжения»,  
старший преподаватель,  
телефон +7 (863) 272-63-85,  
e-mail: dw\_@rambler.ru

Рассмотрен вопрос использования волоконно-оптической линии связи в качестве проводника, выполняющего функции троса группового заземления. Приведены результаты исследования токов короткого замыкания, возникающих в аварийных ситуациях.

Полученные результаты свидетельствуют, что ток короткого замыкания при изменении способа заземления опор контактной сети не снизится, а напротив, несколько возрастет. Объясняется это тем, что предлагаемый кабель выполняется проводником большего сечения, чем традиционный ТГЗ,



кроме того, ОКГТ выполняется цельным, что также снижает полное сопротивление петли короткого замыкания. Напряжение, возникающее при аварии, в наихудшем случае превышает расчетное значение при традиционном способе на 10 %, что может наблюдаться исключительно при близких КЗ.

*Ключевые слова:* ток короткого замыкания, тяговая сеть, электрические железные дороги, заземление опор.

## **ALTERNATIVE WAY OF ORGANIZING GROUP GROUNDING SUPPORTS OF THE TRACTION NETWORK OF ALTERNATING CURRENT**

### **Osipov Vladimir Alexandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya, Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Theoretical Bases of Electric Engineering»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-65-15,  
e-mail: dw\_@rambler.ru

### **Osipova Anna Ivanovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Automated Systems of Power Supply»,  
Senior Teacher,  
phone +7 (863) 272-63-85,  
e-mail: dw\_@rambler.ru

The article discusses the use of fiber-optic communication lines as a conductor acting as a grounding wire group. The results of the study of short-circuit currents arising in emergency situations are proposed.

The obtained results show that the short-circuit current when changing the way of grounding supports of the contact network will not decrease, but on the contrary will increase. The reason is that the proposed cable is a conductor of greater cross section than traditional TGZ, in addition performed a whole solution, which also reduces the impedance loop short circuit. The stress caused in the accident in the worst case exceeds the estimated value in the traditional method by 10 %, which can be observed only with close circuit.

*Keywords:* short-circuit current, a power train, electric rail, grounding of supports.

**УДК 621.331 : 621.311**

## **ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОДИНАРНОГО КОНТАКТНОГО ПРОВОДА ВЗАМЕН ДВОЙНОГО ДЛЯ КОНТАКТНОЙ ПОДВЕСКИ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВАНИИ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА**

### **Паранин Александр Викторович**

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),  
620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66,  
кафедра «Электроснабжение транспорта»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (343) 221-24-78,  
e-mail: alks84@mail.ru

### **Батрашов Андрей Борисович**

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),  
кафедра «Электроснабжение транспорта»,  
аспирант,  
телефон +7-982-677-61-99,  
e-mail: AndreyBatrashov@gmail.com

Рассмотрены варианты контактных подвесок постоянного тока с одинарным бронзовым контактным проводом БрФ-150, являющиеся аналогами для типовых контактных подвесок с двойным медным контактным проводом 2МФ-100. Отмечена актуальность вопроса применения одинарного контактного провода взамен двойного с целью повышения качества токосъема и упрощения регулировки контактной подвески. В результате электрического и теплового расчета, производимого

методом конечных элементов, определены различные характеристики подвесок, в частности, допустимые значения длительных токов для предлагаемых подвесок-аналогов. Произведено их сравнение с типовыми подвесками по температуре при перегрузке и при проходе токоприёмника с максимальным коэффициентом тепловыделения в случае одностороннего питания контактной сети.

*Ключевые слова:* контактная подвеска, одинарный и двойной контактный провод, электрический и тепловой расчет, метод конечных элементов, транзит тягового тока, проход токоприёмника, время-токовая характеристика.

### **RATIONALE OF APPLYING A SINGLE CONTACT WIRE INSTEAD OF A DOUBLE CONTACT WIRE BASED ON THE ELECTRICAL AND THE THERMAL CALCULATIONS FOR THE DC-CATENARY**

#### **Paranin Alexander Viktorovich**

Ural State University of Railway Transport (USURT),  
66, Kolmogorov st., Ekaterinburg, 620034, Russia,  
Chair «Transport Electric Power Supply»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (343) 221-24-78,  
e-mail: alks84@uralweb.ru

#### **Batrashov Andrey Borisovich**

Ural State University of Railway Transport (USURT),  
Chair «Transport Electric Power Supply»,  
Postgraduate,  
phone +7 (982) 677-61-99,  
e-mail: AndreyBatrashov@gmail.com

The article contains the variants of the overhead contact line with a single bronze contact wire which are similar for the standard DC-catenary with a double copper contact wire. It is noted that a single contact wire is better than a double contact wire for the process of interaction with the pantograph and also for the adjustment of contact line.

The permanent current-carrying capacity for new catenary is determined by the electrical and the thermal calculations with permissible values of long-time currents for the proposed analogue suspension. The calculations are made for two modes: the mode of transit of traction current and the mode of current collection with maximum coefficient of heat release.

*Keywords:* overhead contact line, single and double contact wire, electrical and thermal calculations, finite element method, traction current transit, pantograph transit, time-current characteristic.

**УДК 621.331**

### **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ РЕКУПЕРАЦИИ**

#### **Черемисин Василий Титович**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
644046, г. Омск, пр. К. Маркса, д. 35,  
доктор технических наук, профессор,  
Научно-исследовательский институт энергосбережения на железнодорожном транспорте,  
директор,  
телефон +7 (381-2) 44-39-23,  
e-mail: cheremisinv@gmail.com

#### **Никифоров Михаил Михайлович**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
научно-производственная лаборатория  
«Энергосберегающие технологии и электромагнитная совместимость»,  
начальник лаборатории,  
кандидат технических наук,  
телефон +7 (381-2) 44-39-23,  
e-mail: nikiforovmm@rambler.ru

**Вильгельм Александр Сергеевич**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
научно-производственная лаборатория  
«Энергосберегающие технологии и электромагнитная совместимость»,  
кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник,  
телефон +7 (381-2) 44-39-23,  
e-mail: vilgelm87@gmail.com

Рассмотрены эффективность использования энергии рекуперации и способы ее определения. Приведена динамика объемов рекуперированной энергии на сети дорог ОАО «РЖД». Предложены основные направления эффективного использования энергии рекуперации и выполнена их структуризация, описан подход к выделению составляющих энергии рекуперации, используемых эффективно и образующих потери электроэнергии. Выполнен обзор факторов, влияющих на эффективность использования энергии рекуперации. Представлен алгоритм оценки эффективности использования энергии рекуперации, включающий в себя определение составляющих использования энергии рекуперации на собственные нужды и тягу электроподвижного состава, потери энергии рекуперации в устройствах системы тягового электроснабжения и возврат энергии рекуперации на тяговые подстанции с распределением по вводам. Описана расчетная модель, разработанная для реализации алгоритма, положенного в основу методики и включающая в себя совокупность тяговых расчетов, составления графика движения поездов и электрических расчетов. Целью данной расчетной модели является разработка уравнений регрессии, включающих в себя эмпирические коэффициенты, получаемые на основании корреляционного анализа влияния факторов на эффективность использования энергии рекуперации. Для полноценного корреляционного анализа с одновременным изменением влияющих факторов в необходимых диапазонах в статье предлагается совокупность расчетов с использованием имитационного моделирования электропотребления на тягу поездов и рекуперации. Результаты исследований, рассмотренных в данной статье, применимы в качестве основных положений при разработке более детальных вопросов, связанных с оценкой влияния факторов на эффективность рекуперации и оценкой экономической эффективности использования энергии рекуперации.

*Ключевые слова:* энергетическая эффективность, система тягового электроснабжения, электроподвижной состав, энергия рекуперации.

**MAIN THESIS OF METHODOLOGY FOR ASSESSING USEFUL ENERGY RECOVERY EFFICIENCY****Cheremisin Vasilij Titovich**

Omsk State Transport University (OSTU),  
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Scientific Research Institute of Energy Saving in Railway Transport,  
Director,  
phone +7 (381-2) 44-39-23,  
e-mail: cheremisinv@gmail.com

**Nikiforov Mikhail Mikhailovich**

Omsk State Transport University (OSTU),  
Research-and-Production Laboratory  
«Energy Saving up Technologies and Electromagnetic Compatibility»,  
Chief of Laboratory,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (381-2) 44-39-23,  
e-mail: nikiforovmm@rambler.ru

**Vilgelm Alexander Sergeevich**

Omsk State Transport University (OSTU),  
Research-and-Production Laboratory  
«Energy Saving up Technologies and Electromagnetic Compatibility»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Senior Researcher,  
phone +7 (381-2) 44-39-23,  
e-mail: vilgelm87@gmail.com

The article investigates the use and methods of effectiveness and its determination. The dynamics of the energy recovery volume to the road network of JSC «Russian Railways» is proposed. The article describes and structures the main areas of energy recovery efficient use; describes an approach to the allocation of energy recovery components using effectively and forming the loss of electricity. The factors affecting the efficiency of energy recovery are observed. It is determined the algorithm for evaluating the effectiveness of energy recovery use, including the recovery of detection is the use of energy for own needs and cravings electroring stock, loss of energy recovery devices in traction power system and return of energy recovery on the traction substations to distribution of inputs. The paper describes the computational model, developed for the implementation of the algorithm underlying the method and comprising a plurality of traction calculations, scheduling of trains and electric calculations. The purpose of this calculation model is the development of regression equations, including empirical coefficients obtained based on correlation analysis of factors influence the efficiency of energy recovery. For the full correlation analysis with simultaneous change of the influencing factors in the required ranges in the article we propose a set of calculations using the simulation of electricity for traction trains and recovery. The results of the studies described in this article are useful as guidelines in the development of more detailed issues associated with the assessment of factors that may influence the effectiveness of the recovery and assessment of economic efficiency of energy recovery.

*Keywords:* energy efficiency, traction power supply system, electroring stock, energy recovery.

**УДК 535.3 + 06**

### **РЕКУРРЕНТНЫЙ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАДИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЛИНОМОВ ЦЕРНИКЕ**

**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 +7-906-43-99-485,  
e-mail: ganemi@yandex.ru

**Мищенко Сергей Евгеньевич**

Ростовский научно-исследовательский институт радиосвязи,  
344038 г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, д. 130,  
доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник,  
телефон +7-903-47-21-359,  
e-mail: mihome@yandex.ru

Предложен рекуррентный алгоритм расчета радиальных функций полиномов Цернике произвольных порядков. Алгоритм обладает повышенным быстродействием и позволяет существенно уменьшить влияние ошибок округления для полиномов больших порядков, а также расширить область применения полиномов Цернике.

*Ключевые слова:* аппроксимация, полиномы Цернике, аналитические алгоритмы.

### **RECURRENT ALGORITHM FOR CALCULATION OF THE RADIAL FUNCTIONS OF ZERNIKE POLYNOMIALS**

**Mishchenko Eugeniya Nikolayevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Communication in Railways»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7-906-43-99-485,  
e-mail: ganemi@yandex.ru

**Mishchenko Sergey Eugenievich**

Rostov Research Institute of Radio Communication,  
130, Nansena st., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading Researcher,  
phone +7-903-47-21-359,  
e-mail: mihome@yandex.ru

The recurrent algorithm for calculating of the radial functions of Zernike polynomials of arbitrary order was suggested. The algorithm has high performance and can significantly reduce the impact of rounding errors when calculating for polynomials of large order. It is also extended the scope of the Zernike polynomials.

*Keywords:* recurrent algorithm, Zernike polynomials.

**УДК 621.891 + 06**

## **ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА С НЕЖЕСТКОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

**Мукутадзе Мурман Александрович**

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, доцент,  
телефон +7 (863) 272-63-62,  
e-mail: murman1963@yandex.ru

**Лагунова Елена Олеговна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Высшая математика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: lagunova@rambler.ru

**Гармони́на Анастасия Николаевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Высшая математика»,  
старший лаборант,  
телефон +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: opatskih@yandex.ru

**Солоп Сергей Александрович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Высшая математика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
телефон +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: vm@rgups.ru

**Василенко Владимир Владимирович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Высшая математика»,  
аспирант,  
телефон +7 (863) 272-63-54,  
e-mail: vvv\_voen@rgups.ru

В работе дается метод формирования расчетных гидродинамических моделей упорных подшипников с учетом деформации опорной поверхности подшипника, работающего на несжимаемом электропроводящем смазочном материале.

На основе уравнений движения несжимаемого жидкого электропроводящего смазочного материала в рабочем зазоре, неразрывности, Дарси и Ламэ для случая «тонкого слоя» получены аналитические зависимости для основных рабочих характеристик подшипника при учете рассматриваемой пары трения деформации опорной поверхности.

Дана оценка влияния упругогидродинамического параметра  $M$  на несущую способность и силу трения.

*Ключевые слова:* гидродинамика, несжимаемый жидкий электропроводящий смазочный материал, деформация опорной поверхности подшипника, упругогидродинамический параметр.

**HYDRODYNAMIC CALCULATION OF THE THRUST BEARING WITH NON-RIGID SUPPORT SURFACE****Mukutadze Murman Alexandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia,  
Chair «Higher Mathematics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-63-62,  
e-mail: murman1963@yandex.ru

**Lagunova Elena Olegovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: lagunova@rambler.ru

**Garmonina Anastasia Nikolayevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Senior Researcher,  
phone +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: opatskih@yandex.ru

**Solop Sergey Alexandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
phone +7 (863) 272-62-63,  
e-mail: vm@rgups.ru

**Vasilenko Vladimir Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Higher Mathematics»,  
Postgraduate,  
e-mail: vvv\_voen@rgups.ru

The paper gives a method of forming the calculated thrust bearings hydrodynamic models based on the bearing surface of the bearing deformation working on an incompressible electrically conductive lubricant.

On the basis of the equations of motion of an incompressible liquid conductive lubricant in the gap, continuity, Darcy and Lamé for the case of a «thin layer», the analytical dependence for basic workers bearing characteristics, taking into account the pair of friction bearing surface deformation are obtained.

The estimation of influence elasto-hydrodynamic parameter  $M$  on the bearing capacity and frictional force is given.

*Keywords:* hydrodynamics, incompressible liquid, electrically conductive grease, the bearing surface of the bearing deformation, elasto-hydrodynamic parameter.

**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.

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, подписанная 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.

**Обязательно представить перевод библиографического списка на английский язык.**

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 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;
- железнодорожный путь и транспортное строительство;
- 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») издается с октября 1999 года, зарегистрирован в Госкомитете по печати РФ, свидетельство о регистрации № 018074. Журнал имеет международный стандартный сериальный 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 – 450 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

**№ 1 (65)  
2017**

**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,  
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 15.03.2017.  
Печать офсетная.  
Тираж 500 экз.

Формат 60x84/8.  
Усл. печ. л. 19,06.

Бумага офсетная.  
Изд. № 29.  
Заказ 30.

---

**Учредитель:**

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