

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.891 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_6

*П. Г. Иваночкин, С. А. Данильченко, Д. С. Мантуров, А. В. Сидашов, А. И. Азоян***ИССЛЕДОВАНИЯ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОРАЗМЕРНОЙ ШПИНЕЛЬЮ ЖЕЛЕЗА \***

**Аннотация.** В работе предложена методология создания простых в изготовлении полимерных композитов для работы в тяжело нагруженных узлах трения. В качестве основы для создания композиционного материала использована эпоксидно-диановая смола марки ЭД20. Использование этого материала в качестве матрицы обусловлено его достаточно высокими механическими свойствами и простотой изготовления. С целью повышения физико-механических свойств и улучшения фрикционных характеристик в матрицу композита были введены наполнители (механоактивированные мелкодисперсные частицы, обладающие высокой прочностью, и политетрафторэтилен марки Ф4МБ в качестве антифрикционного наполнителя). В качестве частиц, обладающих высокой прочностью, использованы наноразмерные шпинели металлов  $(\text{Mn/Mg})\text{Fe}_2\text{O}_4$ . Под воздействием трения в зоне контакта возникают вторичные структуры, обеспечивающие создание на поверхности трения защитной пленки переноса, способствующей снижению адгезионного и коррозионно-механического изнашивания.

Проведены исследования физико-механических и трибологических характеристик рассматриваемых композитных материалов, а также проведено исследование поверхности трения методом РФЭС. Определено оптимальное содержание армирующих добавок, при котором композит обладает наилучшими механическими и трибологическими свойствами. Образование пленок переноса подтверждено в результате анализа спектров линий C1s, O1s и Fe2p.

Введение в эпоксидно-диановую смолу марки ЭД20 активных нанодобавок с развитой поверхностью (шпинели металлов) приводит к существенному увеличению прочностных характеристик, что позволяет на порядок уменьшить интенсивность изнашивания композита, при этом незначительно ухудшив его антифрикционные свойства. Использование гибридных наполнителей (шпинель железа + фторопласт) позволяет без ухудшения прочностных характеристик композита снизить коэффициент трения в случае больших удельных нагрузок.

**Ключевые слова:** композитные материалы, мелкодисперсные частицы, гибридные наполнители, микротвердость, модуль упругости, коэффициент трения, пленка переноса.

**Для цитирования:** Механические и трибологические характеристики модифицированной эпоксидной смолы наноразмерной шпинелью железа / П. Г. Иваночкин, С. А. Данильченко, Д. С. Мантуров [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 6–17. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_6.

*P. G. Ivanochkin, S. A. Danilchenko, D. S. Manturov, A. V. Sidashov, A. I. Azoyan***STUDIES OF EPOXY RESIN MODIFIED BY NANOSCALE IRON SPINEL**

**Abstract.** The paper proposes a methodology for creating easy-to-manufacture polymer composites for operation in heavily loaded friction units. Epoxy-diane resin of the ED20 brand was used as the basis for the creation of the composite material. The use of this material as a matrix is due to its sufficiently high mechanical properties and ease of manufacture. In order to increase the physical and mechanical properties and improve the friction characteristics,

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-08-00614.

fillers (mechano-activated fine particles with high strength and polytetrafluoroethylene of the F4MB brand as an antifriction filler) were introduced into the composite matrix. Nanoscale spinels of metals (Mn/Mg)Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> were used as particles with high strength. Under the influence of friction, secondary structures arise in the contact zone, ensuring the creation of a protective transfer film on the friction surface, which helps to reduce adhesive and corrosion-mechanical wear.

Studies of the physico-mechanical and tribological characteristics of the composite materials under consideration have been carried out, as well as a study of the friction surface by the XPS method. The optimal content of reinforcing additives has been determined, at which the epoxy-diane composite has the best mechanical and tribological properties. The formation of transfer films was confirmed by analyzing the spectra of C1s, O1s and Fe2p lines.

The introduction of active nano-additives with a developed surface (metal spinels) into the epoxy-diane resin of the ED20 brand leads to a significant increase in strength characteristics, which makes it possible to reduce the wear intensity of the composite by an order of magnitude, while slightly worsening its antifriction properties. The use of hybrid fillers (iron spinel + PTFE) makes it possible to reduce the coefficient of friction in the case of large specific loads without deterioration of the strength characteristics of the composite.

**Keywords:** composite materials, fine particles, hybrid fillers, microhardness, modulus of elasticity, coefficient of friction, transfer film.

**For citation:** Studies of epoxy resin modified by nanoscale iron spinel / P. G. Ivanochkin, S. A. Danilchenko, D. S. Manturov [et al.] // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 6–17. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_3\_6.

#### Сведения об авторах

##### **Иваночкин Павел Григорьевич**

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

##### **Данильченко Сергей Александрович**

Южный федеральный университет (ЮФУ)  
Институт математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича,  
лаборатория Механики деформируемых тел и конструкций,  
младший научный сотрудник,  
e-mail: sergey.a.danilchenko@gmail.com

##### **Мантуров Дмитрий Сергеевич**

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

##### **Сидашов Андрей Вячеславович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теоретическая механика»,  
кандидат физико-математических наук, доцент,  
e-mail: iav-1980@yandex.ru

##### **Азоян Анаид Иосиповна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),

#### Information about the authors

##### **Ivanochkin Pavel Grigorievich**

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

##### **Danilchenko Sergey Alexandrovich**

Southern Federal University (SFU),  
Institute for Mathematics, Mechanics and Computer Sciences named after I. I. Vorovich,  
Laboratory for Mechanics of Deformable Bodies and Constructions,  
Junior Researcher,  
e-mail: sergey.a.danilchenko@gmail.com

##### **Manturov Dmitriy Sergeevich**

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

##### **Sidashov Andrey Vyacheslavovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,  
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: iav-1980@yandex.ru

##### **Azoyan Anaid Iosipovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Mechanics»,

кафедра «Теоретическая механика»,  
ассистент,  
e-mail: azojan.anaid@mail.ru

Lecturer,  
e-mail: azojan.anaid@mail.ru

УДК 621.822.17

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_18

*В. И. Киришчиева, И. А. Колобов, М. А. Мукутадзе, В. Е. Шведова*

## **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА С НЕСТАНДАРТНЫМ ОПОРНЫМ ПРОФИЛЕМ И ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

**Аннотация.** Статья посвящена разработке и анализу модели движения истинно жидкого смазочного материала в рабочем зазоре радиального подшипника скольжения с фторопластсодержащим антифрикционным композиционным полимерным покрытием и с канавкой на нестандартной опорной поверхности.

Новые модели получены на базе классических уравнений в приближении для «тонкого слоя» и уравнения неразрывности, описывающих ламинарный режим движения смазочного материала с вязкими реологическими свойствами. Результаты проведенного численного анализа полученных моделей позволили получить количественную оценку эффективности опорного профиля подшипниковой втулки с осевой канавкой. Для завершения комплекса исследований и верификации теоретических разработок были выполнены экспериментальные исследования.

Новизна работы заключается в конкретизации методики инженерных расчетов конструкции эффективного радиального подшипника скольжения, позволяющей оценить величину его основных триботехнических параметров: гидродинамического давления, нагрузочной способности и коэффициента трения, а также расширить область практического применения моделей для инженерных расчетов.

Таким образом, конструкция радиального подшипника с полимерным покрытием, канавкой шириной 3 мм и специальным опорным профилем обеспечила стабильное всплытие вала на гидродинамическом клине, что экспериментально подтвердило правильность результатов теоретических исследований подшипников скольжения диаметром 40 мм при скорости скольжения 0,3–3 м/с, нагрузке 4,2–21 МПа.

**Ключевые слова:** радиальный подшипник, повышение износостойкости, антифрикционное полимерное композиционное покрытие, канавка, гидродинамический режим, верификация.

**Для цитирования:** Повышение износостойкости радиального подшипника с нестандартным опорным профилем и полимерным покрытием / В. И. Киришчиева, И. А. Колобов, М. А. Мукутадзе, В. Е. Шведова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 18–25. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_18.

*V. I. Kirishchieva, I. A. Kolobov, M. A. Mukutadze, V. E. Shvedova*

## **INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF A RADIAL BEARING WITH A NON-STANDARD SUPPORT PROFILE AND A POLYMER COATING**

**Abstract.** The paper is devoted to the development and analysis of a movement model of a truly liquid lubricant in the working gap of a radial sliding bearing with a fluoroplastic-containing antifriction composite polymer coating and with a groove on a non-standard support surface.

New models are obtained on the basis of classical equations in the approximation for the "thin layer" and the continuity equation describing the laminar mode of motion of a lubricant with viscous rheological properties. The results of the numerical analysis of the obtained models made it possible to obtain a quantitative assessment of the effectiveness of the bearing

profile of the bearing sleeve with an axial groove. Experimental studies were carried out to complete the complex of research and verification of theoretical developments.

The novelty of the work lies in the specification of the methodology of engineering calculations of the design of an effective radial sliding bearing, which makes it possible to estimate the magnitude of its main tribotechnical parameters: hydrodynamic pressure, load capacity and coefficient of friction, as well as to expand the scope of practical application of models for engineering calculations.

Consequently, the design of a radial bearing with a polymer coating, a groove 3 mm wide and a special support profile ensured stable ascent of the shaft on a hydrodynamic wedge, which experimentally confirmed the correctness of the results of theoretical studies of sliding bearings with a diameter of 40 mm at a sliding speed of 0.3–3 m/s, a load of 4.2–21 MPa.

**Keywords:** radial bearing, increased wear resistance, antifriction polymer composite coating, groove, hydrodynamic mode, verification.

**For citation:** Increasing the wear resistance of a radial bearing with a non-standard support profile and a polymer coating / V. I. Kirishchieva, I. A. Kolobov, M. A. Mukutadze, V. E. Shvedova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 18–25. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_3\_18.

#### Сведения об авторах

##### **Киришчиева Виктория Игоревна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Высшая математика», аспирант,  
e-mail: Milaya\_vika@list.ru

##### **Колобов Игорь Анатольевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Управление эксплуатационной работой», кандидат технических наук, доцент, декан факультета «Управление процессами перевозок»,  
e-mail: Kolobowi@gmail.com

##### **Мукутадзе Мурман Александрович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Высшая математика», доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
e-mail: murman1963@yandex.ru

##### **Шведова Валентина Евгеньевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Высшая математика», аспирант,  
e-mail: Shvedovavalya@yandex.ru

#### Information about the authors

##### **Kirishchieva Victoria Igorevna**

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Higher Mathematics», Postgraduate,  
e-mail: Milaya\_vika@list.ru

##### **Kolobov Igor Anatolievich**

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Operational Work Management», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty «Transportation Process Management»,  
e-mail: Kolobowi@gmail.com

##### **Mukutadze Murman Aleksandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Higher Mathematics», Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair,  
e-mail: murman1963@yandex.ru

##### **Shvedova Valentina Evgenievna**

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Higher Mathematics», Postgraduate,  
e-mail: Shvedovavalya@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены результаты расчета по определению величины снижения скорости потока с учетом потерь напора на местные сопротивления при транспортировке песковоздушной смеси по длинному пескопроводу с криволинейными участками. Полученные данные показывают нелинейный характер зависимости снижения скорости потока от величины потери давления при наличии дисперсных частиц и без них для различных значений начальной скорости при турбулентном течении в трубопроводе. Результаты исследования позволяют определить мероприятия для компенсации потерь давления и снижения скорости истечения песковоздушной смеси после прохождения длинного участка пескопровода с криволинейными участками по увеличению скорости транспортировки смеси без существенного повышения расхода сжатого воздуха.

**Ключевые слова:** потеря полного давления, местные сопротивления трубопровода, скорость транспортировки, песковоздушная смесь, система пескоподачи локомотива.

**Для цитирования:** Коновалов, П. Ю. Исследование особенностей транспортировки песковоздушной смеси с учетом местных сопротивлений трубопровода / П. Ю. Коновалов, Ю. П. Булавин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 26–35. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_26.

*P. Yu. Konovalov, Yu. P. Bulavin*

## INVESTIGATION OF THE PECULIARITIES OF SAND-AIR MIXTURE TRANSPORTATION USING THE LOCAL PIPELINE RESISTANCES

**Abstract.** It is presented the results of the calculation to determine the magnitude of the decrease in flow velocity, considering the pressure losses on local resistances during transportation of the sand-air mixture through a long sand pipeline with curved sections. The obtained data show the nonlinear nature of the dependence of the flow velocity decrease on the pressure loss in the presence of dispersed particles and without them for different values of the initial velocity during turbulent flow in the pipeline. The results of the study allow us to determine measures to compensate for pressure losses and reduce the rate of discharge of the sand-air mixture after passing a long section of the sand pipeline with curved sections to increase the speed of transportation of the mixture without significantly increasing the consumption of compressed air.

**Keywords:** total pressure loss, local pipeline resistances, transportation speed, sand-air mixture, locomotive sand supplying system.

**For citation:** Konovalov, P. Y. Investigation of the peculiarities of sand-air mixture transportation using the local pipeline resistances / P. Y. Konovalov, Yu. P. Bulavin // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 26–35. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_26.

### Сведения об авторах

#### **Булавин Юрий Павлович**

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

#### **Коновалов Павел Юрьевич**

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

### Information about the authors

#### **Bulavin Yuri Pavlovich**

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

#### **Konovalov Pavel Yurievich**

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

*Д. С. Кривошея*

### КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТИ ДИСКОВОГО ТОРМОЗА С ТЕРМОИЗОЛИРОВАННЫМИ УЗЛАМИ ТРЕНИЯ

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы, связанные с дисковым тормозом с термоизолированными узлами трения, в каждом из которых применены фрикционные материалы, имеющие различные свойства. Предложено определение коэффициента пропорциональности. Коэффициент пропорциональности определен экспериментально на натурном стенде, воспроизводящем реальные условия эксплуатации. В качестве фрикционных материалов узлов трения дискового тормоза выбраны материал на основе углерода УТ22-В, у которого с ростом температуры коэффициент трения увеличивается, и материал TR119, коэффициент трения которого не зависит от температуры. В результате исследования определено, что коэффициент пропорциональности является переменной величиной, зависящей от числа оборотов тормозного диска.

**Ключевые слова:** коэффициент трения, узел трения, термоизолирующая перегородка, дисковый тормоз, сила трения.

**Для цитирования:** Кривошея, Д. С. Коэффициент пропорциональности дискового тормоза с термоизолированными узлами трения / Д. С. Кривошея // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 36–41. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_36.

*D. S. Krivosheya*

### DISC BRAKE PROPORTIONALITY FACTOR WITH THERMALLY INSULATED FRICTION ASSEMBLIES

**Abstract.** The paper considered the issues related to disc brake with thermally insulated friction units, its friction materials having different properties are used. The paper proposed the definition of the proportionality coefficient. The proportionality coefficient is determined experimentally on a full-scale stand reproducing the actual operating conditions. Friction materials of disc brake friction units are carbon-based UT22-V material and its friction coefficient increases with increasing temperature and friction coefficient does not depend on temperature with TR119 material. As a result of the research, it is determined that the proportionality coefficient is a variable value dependent of the spin number of the brake disc.

**Keywords:** coefficient of friction, friction unit, heat-insulating partition, disc brake, friction force.

**For citation:** Krivosheya, D. S. Disc brake proportionality factor with thermally insulated friction assemblies / D. S. Krivosheya // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 36–41. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_36.

#### Сведения об авторах

**Кривошея Дарья Сергеевна**

Донецкий институт железнодорожного транспорта (ДОНИЖТ),  
кафедра «Подвижной состав железных дорог»,  
старший преподаватель,  
e-mail: krivosheya.drty@yandex.ru

#### Information about the authors

**Krivosheya Darya Sergeevna**

Donetsk Railway Transport Institute (DRTI),  
Chair «Rolling Stock of Railways»,  
Senior Lecturer,  
e-mail: krivosheya.drty@yandex.ru

*И. А. Майба*

### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ АКТИВАЦИИ ТРЕНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

**Аннотация.** Представлены результаты подконтрольной эксплуатации устройств активации трения локомотивов, установленных на электровоз 3ЭС5К №1147 производства ООО «ПК «НЭВЗ» 2021 года выпуска, в комплектации с поосным регулированием силы тяги и моторно-осевыми подшипниками качения.

Проанализированы и обобщены результаты опытного пробега электровоза, оборудованного устройствами активации трения, результаты предварительных испытаний на полигоне Северо-Кавказской дирекции тяги и подконтрольной эксплуатации на полигоне Восточно-Сибирской дирекции тяги. Определены показатели, по которым можно оценить эффективность применения устройств активации трения локомотивов УАТЛ по результатам фактической работы локомотивов в грузовом движении на Восточном полигоне железных дорог.

**Ключевые слова:** подконтрольная эксплуатация, испытания, устройство активации трения, показатели технико-экономической эффективности, результаты применения устройств активации трения.

**Для цитирования:** Майба, И. А. Оценка технической эффективности применения устройств активации трения локомотивов / И. А. Майба // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 42–47. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_42.

*I. A. Maiba*

### ASSESSMENT OF THE TECHNICAL EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION LOCOMOTIVES FRICTION ACTIVATION DEVICES

**Abstract.** The paper presents the results of controlled operation of the friction activation device of locomotives installed on the electric locomotive 3ES5K No. 1147 manufactured by LLC «С «NEVZ» in 2021, complete with axial traction control and motor-axial rolling bearings.

The results of the experimental run of an electric locomotive equipped with friction activation devices, the results of preliminary tests at the landfill of the North Caucasian Traction Directorate and controlled operation at the landfill of the East Siberian Traction Directorate are analyzed and summarized. Indicators have been determined by which it is possible to evaluate the effectiveness of the use of friction activation devices of UATL locomotives based on the results of the actual operation of locomotives in freight traffic at the Eastern Landfill.

**Keywords:** controlled operation, testing, friction activation device, technical and economic efficiency indicators results of the use of friction activation devices.

**For citation:** Maiba, I. A. Evaluation of the technical efficiency of the use of Locomotive Friction Activation Devices / I. A. Maiba // Assessment of the technical effectiveness of the application locomotives friction activation devices / Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 42–47. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_42.

**Майба Игорь Альбертович**

Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
факультет «Дорожно-строительные машины»,  
доктор технических наук, профессор, декан,  
e-mail: mia@rgups.ru

**Maiba Igor Albertovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Road Building Machines»,  
Doctor of Engineering Science, Professor, Dean,  
e-mail: mia@rgups.ru

УДК621.891 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_48

*М. А. Савенкова, С. А. Воляник, С. Г. Курень, А. И. Королева*

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОНОФТОРОФОСФАТОВ В ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

**Аннотация.** Получен монофторофосфат натрия  $\text{Na}_2[\text{PO}_3\text{F}]$  твердофазным синтезом из метафосфата натрия и фторида натрия. Установлена температура конгруэнтного плавления, тип кристаллической решетки  $\text{Na}_2[\text{PO}_3\text{F}]$ . ИК-спектроскопическое исследование соединения показало наличие тетраэдрически координированных монофторофосфат-анионов. Определены: показатель преломления, плотность; рассчитаны: мольный объем и молекулярная рефракция для данного соединения. Проведенные исследования выполнены для изыскания новых многофункциональных присадок для пластичных смазочных материалов.

**Ключевые слова:** монофторофосфат натрия, синтез, температура конгруэнтного плавления, тип кристаллической решетки, показатель преломления, плотность, многофункциональная присадка для пластичных смазочных материалов.

**Для цитирования:** Перспективы использования монофосфатов в трибологических системах / М. А. Савенкова, С. А. Воляник, С. Г. Курень, А. И. Королева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 48–54. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_48.

*M. A. Savenkova, S. A. Volyanik, S. G. Kuren, S. G. Koroleva*

### PROSPECTS FOR THE USE OF MONOPHTHOROPHOSPHATES IN THE TRIBOLOGICAL SYSTEMS

**Abstract.** It was obtained sodium monofluorophosphate  $\text{Na}_2[\text{PO}_3\text{F}]$  by solid-phase synthesis from sodium metaphosphate and sodium fluoride. The congruent melting temperature and the type of crystal lattice  $\text{Na}_2[\text{PO}_3\text{F}]$  have been established. IR spectroscopic examination of the compound showed the presence of tetrahedrally coordinated monofluorophosphate anions. It was the refractive index of density; it was calculated the molar volume and molecular refraction for this compound. The conducted studies were carried out to find new multifunctional additives for plastic lubricants.

**Keywords:** sodium monofluorophosphate, synthesis, congruent melting temperature, type of crystal lattice, refractive index, density, multifunctional additive for plastic lubricants.

**For citation:** Prospects for the use of monophthorophosphates in the tribological systems / M. A. Savenkova, S. A. Volyanik, S. G. Kuren, A. I. Koroleva // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 48–54. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_48.

Сведения об авторах  
Савенкова Мария Андреевна

Information about the authors  
Savenkova Mariya Andreevna  
Rostov State Transport University (RSTU),



Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Химия»,  
кандидат химических наук, доцент,  
e-mail: him@rgups.ru

**Воляник Светлана Алексеевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Химия»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: him@rgups.ru

**Курень Сергей Григорьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Химия»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: him@rgups.ru

**Королева Анна Игоревна**

ИНЭП ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,  
кафедра «Техносферной безопасности и химии»,  
e-mail: annushka\_koroleva@mail.ru

Chair «Chemistry»,  
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,  
e-mail: him@rgups.ru

**Volyanik Svetlana Alekseevna**

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

**Kuren Sergey Grigogevich**

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

**Koroleva Anna Igorevna**

INEP FSAOU VO «Southern Federal University»,  
Chair «Technosphere Safety and Chemistry»,  
e-mail: annushka\_koroleva@mail.ru

УДК 629.4.077 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_55

*П. А. Поляков*

## **ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУД ПОПЕРЕЧНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК НА РАЗВИВАЕМЫЙ ДИСКОВО-КОЛОДОЧНЫМ ТОРМОЗОМ ТОРМОЗНОЙ МОМЕНТ**

**Аннотация.** Проектирование фрикционных узлов базируется на функциональных расчетах конструктивных и эксплуатационных параметров тормозных механизмов. После проводятся проверочные расчеты на напряженно-деформированное состояние и недопущение наступления термостабилизации. Активный научный интерес к тормозной системе, как основополагающей системе безопасности функционирования транспорта, однако не способствовал до настоящего времени формированию комплексного подхода к проектированию и оценке эксплуатационных свойств тормозных механизмов. Тем не менее отдельные исследования, посвященные критериям оценки эксплуатационных свойств тормозных механизмов, помогли сформулировать первую ступень методологии повышения эффективности и энергоемкости, а именно выявить связь между колебаниями тормозных колодок и реализуемым тормозным моментом фрикционного узла. Определены критерии оценки эксплуатационных свойств (коэффициенты стабилизации и колебания тормозного момента). Полученные диаграммы тормозного момента были разделены во временном диапазоне на зоны приработки рабочих поверхностей и стабилизации. При эксплуатации фрикционных узлов дисково-колодочного тормоза с неравномерно изношенными фрикционными накладками (перепад 2,5 мм) эксплуатационные параметры характеризуются снижением тормозного момента на 4,01 % в зоне приработки и на 4,7 % в зоне стабилизации, снижением коэффициента стабилизации тормозного момента на 6,7 % в зоне приработки и на 1,1 % в зоне стабилизации, снижением коэффициента колебания тормозного момента на 2,3 % в зоне стабилизации.

**Ключевые слова:** тормозная колодка, амплитуда, поперечные перемещения, тормозной момент, коэффициенты стабилизации и колебания тормозного момента.

**Для цитирования:** Поляков, П. А. Влияние амплитуд поперечных перемещений тормозных колодок на развиваемый дисково-колодочным тормозом тормозной момент

/ П. А. Поляков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 55–63. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_3\_55.

*P. A. Polyakov*

## THE INFLUENCE OF THE AMPLITUDES OF THE TRANSVERSE MOVEMENTS OF THE BRAKE PADS ON THE BRAKING TORQUE DEVELOPED BY THE DISC BRAKE

**Abstract.** The design of friction units is based on functional calculations of structural and operational parameters of braking mechanisms. After that, verification calculations are carried out for the stress-strain state and prevention of the onset of thermal stabilization. Active scientific interest in the braking system as a fundamental safety system for the functioning of transport, however, has not contributed to the formation of an integrated approach to the design and evaluation of the operational properties of braking mechanisms to date. Nevertheless, separate studies devoted to the criteria for evaluating the performance properties of braking mechanisms helped formulate the first stage of the methodology for increasing efficiency and energy intensity, namely, to identify the relationship between the vibrations of brake pads and the realized braking torque of the friction unit. The criteria for evaluating operational properties (stabilization coefficients and braking torque fluctuations) are determined. The obtained diagrams of the braking torque were divided in the time range into zones of running-in of the working surfaces and stabilization. When operating friction units of a disc brake with unevenly worn friction pads (2.5 mm drop), the operating parameters are characterized by a decrease in braking torque by 4.01 % in the run-in zone and by 4.7 % in the stabilization zone, a decrease in the stabilization coefficient of the braking torque by 6.7 % in the run-in zone and by 1.1 % in the stabilization zone, a decrease in the oscillation coefficient braking torque by 2.3 % in the stabilization zone.

**Keywords:** brake pad, amplitude, transverse displacements, braking torque, stabilization coefficients and braking torque fluctuations.

**For citation:** Polyakov, P. A. The influence of the amplitudes of the transverse movements of the brake pads on the braking torque developed by the disc brake / P. A. Polyakov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 55–63. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_3\_55.

### Сведения об авторах

#### Поляков Павел Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
научно-производственный центр «Охрана труда»,  
ведущий научный сотрудник;

Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ),  
кафедра «Транспортные процессы  
и технологические комплексы»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

### Information about the authors

#### Polyakov Pavel Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),  
Research and Production Center «Labor Protection»,  
Leading Researcher;

Kuban State Technological University (KubSTU),  
Chair «Transport Processes  
and Technological Complexes»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

## ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 629.423.1

DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_3\_64

*Т. В. Волчек*

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЕСКОПОДАЧИ ДЛЯ ПУНКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ЛОКОМОТИВОВ

**Аннотация.** Одной из важнейших задач отраслевого стратегического документа ОАО «РЖД» является повышение производительности труда. В статье рассмотрена существующая система пескоподачи на локомотив в пунктах технического осмотра локомотивов, выявлены ее недостатки. На сегодняшний день данная система морально устарела и не соответствует требованиям современной логистики и организации эксплуатации железных дорог. Для решения этой проблемы разработана автоматизированная система пескоподачи на локомотив на основе ротационного уровнемера и шиберного затвора с пневмоприводом, что позволит исключить недостатки типовой системы, что повысит производительность труда.

**Ключевые слова:** пескоподача, бункер локомотива, пункт технического осмотра локомотивов, экипировщик, автоматизированный пескоподающий рукав.

**Для цитирования:** Волчек, Т. В. Разработка автоматизированной системы пескоподачи для пунктов технического осмотра локомотивов / Т. В. Волчек // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 64–71. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_64.

*T. V. Volchek*

## DEVELOPMENT OF AUTOMATED SAND SUPPLY SYSTEM FOR LOCOMOTIVE TECHNICAL INSPECTION POINTS

**Abstract.** One of the most important tasks of the sectoral strategic document of the Russian Railways is to increase labor productivity. The paper considers the existing system of sand supply to the locomotive at the points of technical inspection of locomotives, its shortcomings are identified. Today, this system is obsolete and does not meet the requirements of modern logistics and the organization of railway operation. To solve this problem, an automated system for sand supply to the locomotive has been developed based on a rotary level gauge and a pneumatically operated slide gate, which eliminates the disadvantages of a typical system, which will increase labor productivity.

**Keywords:** sand supply, locomotive bunker, locomotive technical inspection point, outfitter, automated sand supply hose.

**For citation:** Volchek, T. V. Development of automated sand supply system for locomotive technical inspection points / T. V. Volchek // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 64–71. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_64.

### Сведения об авторах

**Волчек Татьяна Витальевна**

Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения (КрИЖТ ИрГУПС), кафедра «Эксплуатация железных дорог», ассистент,  
e-mail: tanya.vol4eck@yandex.ru

### Information about the authors

**Volchek Tatyana Vitalevna**

Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Branch of the Irkutsk State Transport University, Chair «Operation of Railways», Lecturer,  
e-mail: tanya.vol4eck@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приведен анализ статистических данных причин неисправностей при эксплуатации автомотрис дизельных монтажных. В настоящее время в эксплуатации находится автомотриса дизельная монтажная с двумя кабинами управления, которая предназначена для выполнения монтажных, ремонтных и аварийно-восстановительных работ со снятием напряжения в контактной сети, а также для выполнения погрузо-разгрузочных работ с помощью грузоподъемного крана, транспортирования различных грузов на собственной платформе, на прицепных железнодорожных платформах (вагонах), выполнения маневровых работ, перевозки рабочих бригад, аварийного запаса проводов, арматуры и других изделий хозяйства электроснабжения. Все виды технического обслуживания и ремонта, а также электрических и механических испытаний автомотрис, дрезин и различных механизмов проводятся персоналом дистанций электроснабжения. Аварийно-восстановительные самоходные средства необходимо поддерживать в постоянной готовности к работе, поэтому задача улучшения эксплуатационных характеристик, устранения причин поломок основных узлов является актуальной для машиностроения.

**Ключевые слова:** автомотриса, условия эксплуатации, подшипниковые узлы, осевой редуктор.

**Для цитирования:** Крутова, В. А. Анализ причин неисправностей автомотрис дизельных монтажных при их эксплуатации / В. А. Крутова, К. А. Федотов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 72–79. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_3\_72.

*V. A. Krutova, K. A. Fedotov*

## **ANALYSIS OF THE CAUSES OF MALFUNCTIONS OF DIESEL ASSEMBLY VEHICLES IN THEIR OPERATION PROCESS**

**Abstract.** The paper provides an analysis of statistical data on the causes of malfunctions in the operation process of diesel installation vehicles. Currently, there is a diesel assembly truck with two control cabins in operation, which is designed to perform installation, repair and emergency recovery work with voltage relief in the contact network, as well as to perform loading and unloading operations using a lifting crane, transporting various goods on its own platform, on trailed railway platforms (wagons), execution of shunting works, transportation of work crews, emergency stock of wires, fittings and other products of the power supply economy. All types of maintenance and repair, as well as electrical and mechanical tests of trucks, trolleys and various mechanisms are carried out by the personnel of power supply distances. Emergency recovery self-propelled vehicles must be maintained in constant readiness for operation; therefore, the tasks of improving operational characteristics, eliminating the causes of breakdowns of the main components are relevant for mechanical engineering.

**Keywords:** car inspection, operating conditions, bearing units, axial gearbox.

**For citation:** Krutova, V. A. Analysis of the causes of malfunctions of diesel assembly vehicles in their operation process / V. A. Krutova, K. A. Fedotov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 72–79. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_3\_72.

### **Сведения об авторах**

#### **Крутова Вероника Александровна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Основы проектирования машин»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: opm@rgups.ru

### **Information about the authors**

#### **Krutova Veronika Alexandrovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Machine Design Fundamentals»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: opm@rgups.ru

**Федотов Кирилл Андреевич**

Ростовский государственный университет путей  
связи (РГУПС),  
кафедра «Основы проектирования машин»,  
аспирант,  
e-mail: opm@rgups.ru

**Fedotov Kirill Andreevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Machine Design Fundamentals»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: opm@rgups.ru

УДК 629.4.077 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_80

*Т. Л. Риполь-Сарагоси, Л. Ф. Риполь-Сарагоси*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КАТУШКИ НА ВРЕМЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЬСОВОГО ТОРМОЗА (ЭМРТ)

**Аннотация.** Безопасность работы подвижного состава промышленного транспорта в первую очередь зависит от надежности работы его тормозных систем. В условиях эксплуатации тяговых агрегатов и моторных думпкаров на горно-обогатительных комбинатах основная роль в обеспечении безопасности движения отводится электромагнитным рельсовым тормозам. В данной статье приводится расчет и анализ результатов тепловых испытаний катушки электромагнитного рельсового тормоза по определению влияния температурного режима на его эффективность.

**Ключевые слова:** подвижной состав, электромагнитный рельсовый тормоз, уклон, температура, нагрев, перегрев, сопротивление, время включения.

**Для цитирования:** Риполь-Сарагоси, Т. Л. Исследование влияния температурного режима катушки на время включения электромагнитного рельсового тормоза (ЭМРТ) / Т. Л. Риполь-Сарагоси, Л. Ф. Риполь-Сарагоси // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 80–86. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_80.

*T. L. Ripol-Saragosi., L. F. Ripol-Saragosi*

## STUDY OF COIL TEMPERATURE INFLUENCE ON ELECTROMAGNETIC RAIL BRAKE (EMRT) IN WORKING TIME

**Abstract.** The rolling stock safety of the industrial transport primarily depends on the reliability of its braking systems. In the conditions of traction units and motor dump cars operation at mining and processing plants, the main role in ensuring safety operation is assigned to electromagnetic rail brakes. This paper provides a calculation and analysis of the thermal tests results of an electromagnetic rail brake coil to determine the effect of the temperature conditions on its effectiveness.

**Keywords:** rolling stock, electromagnetic rail brake, gradient, temperature, heating, overheating, resistance, switching time.

**For citation:** Ripol-Saragosi, T. L. Investigation of coil temperature influence on electromagnetic rail brake (EMRB) in working time / T. L. Ripol-Saragosi, L. F. Ripol-Saragosi // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 80–86. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_80.

### Сведения об авторах

**Риполь-Сарагоси Татьяна Леонидовна**

Ростовский государственный университет путей  
связи (РГУПС),  
кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном  
транспорте»,  
доктор технических наук, профессор,

### Information about the authors

**Ripoll-Saragosi Tatiana Leonidovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Heat Power Engineering at Railway  
Transport»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: Ripol-saragosi@mail.ru

e-mail: Ripol-saragosi@mail.ru

**Риполь-Сарагоси Леонид Францискович**

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

**Ripol-Saragosi Leonid Franciskovich**

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

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

УДК 656.212.5

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_87

*А. И. Долгий, И. А. Ольгейзер, О. В. Игнатьева*

### ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП В АЛГОРИТМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКЕ

**Аннотация.** Рассматривается вопрос автоматизации роспуска составов на сортировочных горках с позиции обеспечения безопасности. Актуальность данной работы вызвана множеством возможных сценариев хода технологического процесса. Определение заранее параметров технологического процесса, которые будут заведомо безопасны с учетом оптимальной интенсивности, является весьма нетривиальной задачей. Авторами предлагается классифицировать ситуации, происходившие в процессе роспуска ранее, как известные безопасные и неизвестные – по умолчанию небезопасные. Далее по удаленности вновь рассматриваемой ситуации от полученной в результате классификации выборки можно делать вывод о потенциальной небезопасности данной ситуации и необходимости остановки процесса роспуска процесса.

**Ключевые слова:** опасные ситуации, скорость роспуска, экспертная оценка, искусственная иммунная система, отрицательный отбор, иммунологический алгоритм, обучающая выборка.

**Для цитирования:** Долгий, А. И. Иммунологический принцип в алгоритмах управления технологическими процессами на сортировочной горке / А. И. Долгий, И. А. Ольгейзер, О. В. Игнатьева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 87–95. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_87.

*A. I. Dolgiy, I. A. Olgeizer, O. V. Ignatieva*

### IMMUNOLOGICAL PRINCIPLE IN THE ALGORITHMS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS CONTROL AT THE MARSHALLING YARD

**Abstract.** In this paper, authors study the issue of automating the dissolution of trains in the marshalling yards from the standpoint of ensuring safety. It is proposed to classify situations that occurred earlier in the process of dissolution as known safe and unknown as unsafe by default. Further, by the remoteness of the newly considered situation from the sample obtained as a result of the classification, one can conclude that this situation is potentially unsafe and that it is necessary to stop the process of dissolving the process.

**Keywords:** dangerous situations, speed regulation, expert evaluation, artificial immune system, negative selection, immunological algorithm, training set.

**For citation:** Dolgiy, A. I. Immunological principle in the algorithms of the technological process control at the marshaling yard / A. I. Dolgiy, I. A. Olgeizer, O. V. Ignatieva // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P 87–95. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_87.

**Сведения об авторах****Долгий Александр Игоревич**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО НИИАС), генеральный директор, кандидат технических наук, доцент, e-mail: info@vniias.ru

**Ольгейзер Иван Александрович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Вычислительная техника и автоматизированные системы управления», кандидат технических наук, доцент, АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО НИИАС), начальник отделения инновационных и интеллектуальных технологий цифровой станции, e-mail: olgeyzer@rfniias.ru

**Игнатьева Олеся Владимировна**

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

**Information about the authors****Dolgiy Alexander Igorevich**

Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC «NIIAS»), General Manager, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, e-mail: info@vniias.ru

**Olgeizer Ivan Alexandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Computer Science and Automated Control Systems», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC «NIIAS»), Head of the Department of Innovative and Intelligent Technologies of the Digital Station, e-mail: olgeyzer@rfniias.ru

**Ignatieva Olesya Vladimirovna**

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

УДК 004.42 + 681.3

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_96

*А. Е. Колоденкова, Д. А. Заводянный***РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ SPEED ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Аннотация.** Для повышения эффективности управленческой деятельности начальника охраны различных предприятий предлагается интегрированная автоматизированная информационная система (ИАИС) Speed контроля и учета рабочего времени охраны на различных предприятиях (график дежурства, болезнь, отпуск, поощрения, нарушения, табель и т.п.). Предлагается общая структура системы Speed, а также структура базы данных (БД). Данная система позволит оптимизировать рабочее время всей охраны, сократить время на ведение необходимых документов в условиях влияния большого числа информации о сотрудниках, а также своевременно и оперативно собирать данные о работе охраны.

**Ключевые слова:** интегрированная автоматизированная информационная система, учет рабочего времени, база данных.

**Для цитирования:** Колоденкова, А. Е. Разработка интегрируемой автоматизируемой информационной системы Speed для контроля и учета рабочего времени охраны на различных предприятиях / А. Е. Колоденкова, Д. А. Заводянный // Вестник Ростовского

государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 96–104. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_96.

*A. E. Kolodenkova, D. A. Zavodyannyi*

### DEVELOPMENT OF A SPEED SYSTEM FOR CONTROL AND ACCOUNT OF WORKING TIME PROTECTION AT VARIOUS ENTERPRISES

**Abstract.** To improve the efficiency of the management activities of the head of security of various enterprises, an integrated automated information system (IAIS) "Speed" is proposed for monitoring and recording the working time protection at various enterprises (duty schedule, illness, vacation, incentives, violations, report card, etc.). The general structure of the "Speed" system is proposed, as well as the structure of the database (DB). This system will optimize the working time protection; reduce the time for maintaining the necessary documents under the influence of a large number of information about employees, as well as collect data of the security workers timely and efficiently.

**Keywords:** integrated automated information system, working time accounting, database.

**For citation:** Kolodenkova, A. E. Development of a speed system for control and account of working time protection at various enterprises / A. E. Kolodenkova, D. A. Zavodyannyi // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 96–104. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_96.

#### Сведения об авторах

**Колоденкова Анна Евгеньевна**

Самарский государственный технический университет (СамГТУ),  
кафедра «Информационные технологии»,  
доктор технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой,  
e-mail: anna82\_42@mail.ru

**Заводянный Денис Александрович**

Самарский государственный технический университет (СамГТУ),  
кафедра «Информационные технологии»,  
магистрант,  
e-mail: zavdenis98@yandex.ru

#### Information about the authors

**Kolodenkova Anna Evgenievna**

Samara State Technical University (SSTU),  
Chair «Information Technology»,  
Doctor of Engineering Sciences,  
Associated Professor, Head of the Chair,  
e-mail: anna82\_42@mail.ru

**Zavodyanny Denis Aleksandrovich**

Samara State Technical University (SSTU),  
Chair «Information Technology»,  
Master Student,  
e-mail: zavdenis98@yandex.ru

### УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 658.7 : 656 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_105

*Д. С. Безусов*

### ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ РАБОТЫ ПРИПОРТОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

**Аннотация.** Рассмотрены инновационные научные исследования в системах анализа, управления и принятия решений по организации узлового инфраструктурно-технологического взаимодействия. Для совершенствования управления транспортной работой в системе «железнодорожная станция – порт» предложена разработка авторской методики – аксиоматика станционных транспортно-технологических процессов (АСТП) припортовых станций. Рассмотрен программный расчет временных парамет-



ров АСТТП по логическим условиям объединения в логические группы (ЛГ) для многовариантного разложения подвижного состава по грузовым пунктам и условиям подач-уборок на места общего и необщего пользования припортовой станции. Представлены результаты расчета интегрального показателя для различных вариантов организации транспортной работы.

**Ключевые слова:** припортовая грузовая станция, аксиоматика, припортовая транспортная система, инфраструктура, логическая группа, интегральная оценка, эффективность транспортной работы.

**Для цитирования:** Безусов, Д. С. Интегральная оценка показателя эффективности транспортной работы припортовых железнодорожных станций / Д. С. Безусов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 105–115. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_105.

*D. S. Bezusov*

### INTEGRAL CRITERION OF THE EFFICIENCY INDICATOR TRANSPORT WORK OF THE PORT RAILWAY STATIONS

**Abstract.** The paper deals with innovative scientific research in the systems of analysis, management and decision-making on the organization of nodal infrastructure-technological interaction. To improve the management of transport work in the «railway station – port» system, the development of an author's methodology is proposed. It is known as the axiomatics of station transport and technological processes (ASTTP) at port stations. The software calculation of the time parameters of the ASTTP according to the logical conditions of combining into logical groups (LG) for the multivariant decomposition of the rolling stock by cargo points and the conditions of supply-harvesting to the places of common and non-common use of the port station is considered. It was obtained the results of calculating the integral indicator for various options for organizing transport work.

**Keywords:** port cargo station, axiomatics, port transport system, infrastructure, logical group, integral assessment, efficiency of transport work.

**For citation:** Bezusov, D. S. Integral criterion of the efficiency indicator transportation work of the port railway stations / D. S. Bezusov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 105–115. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_105.

#### Сведения об авторах

**Безусов Данил Сергеевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Станции и грузовая работа»,  
старший преподаватель,  
e-mail: iren306@yandex.ru

#### Information about the authors

**Bezusov Danil Seergeevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Stations and Cargo Work»,  
Senior Lecturer,  
e-mail: iren306@yandex.ru

УДК 656.078.11, 656.27

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_116

*В. В. Зубков, Н. Ф. Сирина*

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРОВ КОМПЛЕКСНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ УСЛУГИ

**Аннотация.** Рассмотрены особенности формирования стратегии развития кластеров комплексной транспортной услуги. Представлены факторы, воздействующие на транспортно-производственные и социально-экономические процессы при формировании

кластеров комплексной транспортной услуги. Определены цели формирования стратегии развития кластеров комплексной транспортной услуги, разработаны и описаны уровни построения консолидированной стратегии развития кластеров комплексной транспортной услуги, социально-экономического регионального и межрегионального развития субъектов Российской Федерации. На основе проведенного анализа определены сильные и слабые стороны кластеров комплексной транспортной услуги. Разработан и представлен комплекс мер, необходимых для решения проблем интеграции субъектов кластера.

**Ключевые слова:** воздействующие факторы, кластер, субъекты, стратегия развития, критерии, оценочные действия, интеграция.

**Для цитирования:** Зубков, В. В. Особенности формирования стратегии развития кластеров комплексной транспортной услуги / В. В. Зубков, Н. Ф. Сирина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 116–125. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_116.

*V. V. Zubkov, N. F. Sirina*

## CHARACTERISTICS OF THE CLUSTER DEVELOPMENT STRATEGY FORMATION OF THE INTEGRATED TRANSPORT SERVICE

**Abstract.** In this paper, it is considered the characteristics of the cluster development strategy formation of the integrated transport service. The influencing factors on transport, production and socio-economic processes in the cluster formation of complex transport services are presented. The objectives of forming a strategy for the cluster development of the integrated transport services are defined, and the levels of building a consolidated strategy for the cluster development of the integrated transport services, socio-economic regional and interregional development of the subjects of the Russian Federation are developed and described. Based on the analysis, the strengths and weaknesses of the clusters of integrated transport services are determined. It is developed and presented a set of measures for solving problematic issues of integration of cluster entities.

**Keywords:** influencing factors, cluster, subjects, development strategy, criteria, evaluation actions, integration.

**For citation:** Zubkov, V. V. Characteristics of the cluster development strategy formation of the integrated transport service / V. V. Zubkov, N. F. Sirina // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 116–125. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_116.

### Сведения об авторах

#### **Зубков Валерий Валерьевич**

Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», кандидат технических наук, доцент, руководитель научно-технического комплекса интеллектуальных систем контроля и управления,  
e-mail: zubkovvv1973@gmail.com

#### **Сирина Нина Фридриховна**

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

### Information about the authors

#### **Zubkov Valery Valerievich**

Joint-Stock Company «Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Scientific and Technical Complex of Intelligent Control and Management Systems,  
e-mail: zubkovvv1973@gmail.com

#### **Sirina Nina Fridrikhovna**

Ural State University of Railway Transport (USURT), Doctor of Engineering Sciences, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs and Production Relations,  
e-mail: nsirina@usurt.ru

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

УДК 621.396

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_126

*П. А. Кучеренко, Л. Н. Стажарова, А. В. Костюков, О. И. Соколова, М. В. Куриненко***СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ  
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**Аннотация.** Одной из важнейших проблем синтеза интеллектуальных динамических систем является проблема идентификации структур стохастических объектов, наблюдаемых в условиях различных возмущающих воздействий. В предложенной статье исследованы методы стохастической идентификации многоструктурных нелинейных динамических объектов, наблюдаемых в условиях негауссовских помех. Для решения задачи структурной идентификации дискретных объектов со случайной сменой структуры разработан принципиально новый подход, основанный на использовании нелинейных вероятностных критериев. Приведен пример идентификации нелинейного объекта с негауссовскими возмущениями.

**Ключевые слова:** стохастические многоструктурные объекты, структурная идентификация, апостериорная плотность вероятности.

**Для цитирования:** Структурная идентификация стохастических объектов в интеллектуальных динамических системах / П. А. Кучеренко, Л. Н. Стажарова, А. В. Костюков [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 126–134. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_126.

*P. A. Kucherenko, L. N. Stazharova, A. V. Kostyukov, O. I. Sokolova, M. V. Kurinenko***STRUCTURAL IDENTIFICATION OF STOCHASTIC OBJECTS  
IN THE INTELLIGENT DYNAMIC SYSTEMS**

**Abstract.** One of the most important problems in the synthesis of intelligent dynamic systems is the problem of identifying the structures of stochastic objects observed under various disturbances. It is investigated the methods of stochastic identification of multistructure nonlinear dynamic objects observed under non-Gaussian noise conditions. To solve the problem of structural identification of the discrete objects with a random change in structure, a fundamentally new approach based on the use of nonlinear probabilistic criteria has been developed. An example of identifying a nonlinear object with non-Gaussian perturbations is given.

**Keywords:** stochastic multistructural objects, structural identification, a posteriori probability density.

**For citation:** Structural identification of stochastic objects in the intelligent dynamic systems / P. A. Kucherenko, L. N. Stazharova, A. V. Kostyukov [et al.] // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 126–134. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_126.

**Сведения об авторах****Кучеренко Павел Александрович**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»),  
научный сотрудник,

**Information about the authors****Kucherenko Pavel Aleksandrovich**

Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC «NIAS»),  
Research Associate,  
Candidate of Engineering Sciences,

кандидат технических наук, доцент,

e-mail: pavelpost83@mail.ru

**Стажарова Любовь Николаевна**

Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),

кафедра «Автоматика и телемеханика  
на железнодорожном транспорте»,

кандидат технических наук, доцент,

e-mail: a\_t@rgups.ru

**Костюков Александр Владимирович**

Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),

кафедра «Теоретические основы  
электротехники»,

кандидат технических наук, доцент,

e-mail: kav@rgups.ru

**Соколова Ольга Ивановна**

Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),

кафедра «Вычислительная техника  
и автоматизированные системы управления»,

доктор педагогических наук, профессор,

e-mail: sok-ol@yandex.ru

**Куриненко Марианна Витальевна**

Московский технический институт связи и инфор-  
матики,

кафедра информатики и вычислительной техники,  
старший преподаватель,

e-mail: poliakova.marianna@mail.ru

Associate Professor,

e-mail: pavelpost83@mail.ru

**Stazharova Lyubov Nikolaevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Automation and Telemechanics  
in Railway Transport»,

Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,

e-mail: a\_t@rgups.ru

**Kostyukov Alexander Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Theoretical Foundations of Electrical  
Engineering»,

Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,

e-mail: kav@rgups.ru

**Sokolova Olga Ivanovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Computer Engineering and Automated  
Control Systems»,

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,  
e-mail: sok-ol@yandex.ru

**Kurinenko Marianna Vitalievna**

Moscow Technical Institute of Communications  
and Informatics,

Chair of Computer Science and Computer Engi-  
neering,

Senior Lecturer,

e-mail: poliakova.marianna@mail.ru