

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 51 : 621.891 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_8

*К. С. Ахвердиев, Е. А. Болгова, Е. А. Копотун, Е. О. Лагунова***ВЛИЯНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ КЛИНОВИДНОЙ ОПОРЫ СКОЛЬЖЕНИЯ, РАБОТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ РАССЛОЕНИЯ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА**

Аннотация. Проведено исследование, посвященное разработке и анализу модели движения несжимаемой истинно вязкой жидкости в рабочем зазоре клиновидной опоры скольжения.

Новые модели получены на базе классических нелинейных уравнений в приближении для «тонкого слоя» с учетом сил инерции и уравнения неразрывности, описывающего ламинарный режим движения стратифицированных слоев. Проведенный численный анализ полученных моделей позволил выполнить количественную оценку эффективности стратификации слоев при учете сил инерции. Для завершения комплекса теоретических разработок был выполнен численный анализ.

Новизна работы заключается в конкретизации методики инженерных расчетов конструкции клиновидной опоры скольжения при учете сил инерции и стратификации жидкого смазочного материала, позволяющей оценить величину его основных триботехнических параметров, гидродинамического давления, нагрузочной способности, коэффициента трения, а также расширить область практического применения.

Ключевые слова: клиновидная опора скольжения, стратификация, сила инерции, число Рейнольдса, точное решение.

Для цитирования: Влияние нелинейных факторов на работу клиновидной опоры скольжения, работающей в условиях расслоения смазочного материала / К. С. Ахвердиев, Е. А. Болгова, Е. А. Копотун, Е. О. Лагунова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 8–18. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_8.

*К. S. Akhverdiev, E. A. Bolgova, E. A. Kopotun, E. O. Lagunova***INFLUENCE OF NONLINEAR FACTORS ON THE OPERATION OF THE WEDGE SUPPORT SLIDING WORKING UNDER DELATING CONDITIONS LUBRICANT**

Abstract. The paper is devoted to the development and analysis of a movement model of an incompressible truly viscous fluid in the working gap of a wedge-shaped sliding support.

New models are obtained on the basis of classical nonlinear equations in the approximation for a "thin layer", taking into account the forces of inertia and the continuity equation describing the laminar mode of motion of stratified layers. The numerical analysis of the obtained models made it possible to obtain a quantitative assessment of the effectiveness of stratification of layers using the inertia forces. To complete the set of theoretical developments, a numerical analysis was performed.

The novelty of the work lies in the specification of the methodology of engineering calculations of the wedge-shaped sliding support structure using the inertia forces and stratification of the liquid lubricant, which makes it possible to estimate the magnitude of its main tribo-technical parameters, hydrodynamic pressure, load capacity, coefficient of friction, as well as to expand the scope of practical application.

Keywords: wedge-shaped sliding bearing, stratification, inertia force, Reynolds number, exact solution.

For citation: Influence of nonlinear factors on the operation of the wedge support sliding working under delating conditions lubricant / K. S. Akhverdiev, E. A. Bolgova, E. A. Kopotun, E. O. Lagunova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobcheniya.

– 2022. – No. 4. – P. 8–18. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_8.

Сведения об авторах

Ахвердиев Камил Самедович

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

Болгова Екатерина Александровна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Высшая математика»,
аспирант,
e-mail: bolgova_katya6@mail.ru

Копотун Елена Александровна

Дирекция диагностики и мониторинга инфраструктуры – СП ЦДИ – филиала ОАО «РЖД»
Начальник сектора адаптации и развития персонала,
e-mail: lenakopotun@yandex.ru

Лагунова Елена Олеговна

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

Information about the authors

Akhverdiev Kamil Samedovich

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

Bolgova Ekaterina Alexandrovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Higher Mathematics»,
Postgraduate Student,
e-mail: bolgova_katya6@mail.ru

Kopotun Elena Alexandrovna

Directorate for Diagnostics and Monitoring of Statistics – Branch of Russian Railways,
Head of Adaptation and Personnel Development Sector,
e-mail: lenakopotun@yandex.ru

Lagunova Elena Olegovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Higher Mathematics»,
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,
e-mail: elagunova@yandex.ru

УДК 534.843.1 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_19

М. А. Кравченко

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ШУМООБРАЗОВАНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

Аннотация. Целями теоретических исследований, представленных в данной статье, являются идентификация источников и условия генерации шума при работе компрессорных станций, определение моделей его образования, которые позволят рассчитать уровни шума, создаваемые в рабочей зоне машинистов при работе компрессорных установок различной мощности. Выбор оптимальной компоновки размещения защитного от шума оборудования на основе эргономики рабочих мест и расчетных схем формирования спектров шума.

Ключевые слова: компрессорная установка, источники шума, генерация шума, защитная кабина, помещение.

Для цитирования: Кравченко, М. А. Теоретическое исследование процессов шумообразования компрессорных установок / М. А. Кравченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 19–25. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_19.

М. А. Kravchenko

THEORETICAL STUDY OF THE PROCESSES OF NOISE GENERATION IN COMPRESSOR INSTALLATIONS

Abstract. The purpose of the theoretical studies presented in this paper is to identify the sources and conditions for generating noise during the operation of compressor stations, to

determine the models of its formation, which will allow us to calculate the noise levels generated in the working area of the drivers during the operation of compressor units of various capacities. The choice of the optimal layout for the placement of noise-protective equipment based on the ergonomics of workplaces and design schemes for the formation of noise spectra.

Keywords: compressor unit, noise sources, noise generation, protective cabin, room.

For citation: Kravchenko, M. A. Theoretical study of the processes of excitation of vibrations and noise generation of compressor installations / M. A. Kravchenko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 19–25. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_19.

Сведения об авторах

Кравченко Михаил Александрович
Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Массовые коммуникации и при-
кладная лингвистика»,
кандидат филологических наук, доцент,
e-mail: mak@rgups.ru

Information about the authors

Kravchenko Mikhail Alexandrovich
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair “Mass Communications and Applied Lin-
guistics”,
Candidate of Philological Sciences,
Associate Professor,
e-mail: mak@rgups.ru

УДК 621.874 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_26

В. А. Крутова

СИСТЕМА СНИЖЕНИЯ ШУМА УЗЛОВ КОЛЕСНЫХ ПАР МОСТОВЫХ КРАНОВ

Аннотация. Цель исследований заключается в теоретическом обосновании системы шумозащиты узла колесных пар как одного из основных источников, создающих уровни звукового давления, превышающих санитарные нормы. Метод исследования эффективности систем снижения шума колесных пар основан на основных положениях технической виброакустики и методах расчета звукоизоляции. Приведенные в статье теоретические результаты звукоизоляции торцевых поверхностей и суммарного эффективного коэффициента потерь колебательной энергии позволяют обоснованно выбрать материал вибропоглощающих конструкций по их физико-механическим характеристикам (модуль Юнга, коэффициент Пуассона и коэффициент потерь колебательной энергии).

Ключевые слова: мостовой кран, звукоизоляция, подшипники, колесные пары, шум, вибрация, источники шума, санитарные нормы.

Для цитирования: Крутова, В. А. Система снижения шума узлов колесных пар мостовых кранов / В. А. Крутова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 26–31. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_26.

V. A. Krutova

NOISE REDUCTION SYSTEM FOR WHEELSET ASSEMBLIES OF THE OVERHEAD CRANES

Abstract. The purpose of the research is to theoretically substantiate the noise protection system of the wheelset assembly as one of the main sources that create sound pressure levels exceeding sanitary standards. The investigating method of the effectiveness of wheelset noise reduction systems is based on the basic provisions of technical vibroacoustics and methods for calculating sound insulation. The theoretical results of sound insulation of the end surfaces and total effective coefficient of vibrational energy losses given in the paper make it possible to reasonably choose the material of vibration-absorbing structures according to their physical and mechanical characteristics (Young's modulus, Poisson's ratio and the coefficient of vibrational energy losses).

Keywords: overhead crane, sound insulation, bearings, wheel pairs, noise, vibration, noise sources, sanitary standards.

For citation: Krutova, V. A. Noise reduction system for wheelset assemblies of the overhead cranes / V. A. Krutova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 26–31. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_26.

Сведения об авторах

Крутова Вероника Александровна
Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Основы проектирования машин»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: nikarostov@bk.ru

Information about the authors

Krutova Veronika Aleksandrovna
Rostov State Transport University(RSTU),
Chair «Fundamentals of Machine Design»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: nikarotov@bk.ru

УДК 629.4.023.2

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_32

О. Л. Маломыжев, Д. О. Маломыжев, А. А. Пыхалов, И. Н. Лебедев

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ

Аннотация. Представлено конструктивное решение стенда для испытания сборных конструкций на усталостную прочность, отражена отладка системы его управления, включающая в себя этапы подготовки и проведения усталостных испытаний сборных конструкций подвижного состава. Основным критерием разработанной системы управления является универсальность, т.е. возможность использования её в различных стендах для проведения аналогичных испытаний. Предложена система управления стендом, обеспечивающая подготовку его к испытаниям. Работа системы управления основана на использовании датчиков Холла, реле таймера и применении динамического торможения силового электродвигателя стенда. Динамическое торможение электродвигателя реализовано на полупроводниковом приборе и включает в себя симисторный преобразователь напряжения. Применение преобразователя позволяет упростить подбор величины тормозного напряжения путём поворота рукоятки переменного резистора в отличие от классических схем, в которых подбор уровня напряжения осуществляется путём замены громоздкого нагрузочного резистора либо понижающего трансформатора. Пульт стенда разработан с учётом простоты управления и имеет всего четыре кнопки. Испытание разработанной системы управления подтвердило её соответствие необходимым требованиям, а также удобство использования и высокую надёжность.

Ключевые слова: сборная конструкция, усталостное испытание, система управления, динамическое торможение, симисторный преобразователь, позиционирование стенда.

Для цитирования: Разработка системы управления стендом для испытания сборных конструкций на усталостную прочность / О. Л. Маломыжев, Д. О. Маломыжев, А. А. Пыхалов, И. Н. Лебедев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 32–40. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_32.

O. L. Malomyzhev, D. O. Malomyzhev, A. A. Pykhalov, I. N. Lebedev

DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM OF A STAND FOR TESTING PREFABRICATED STRUCTURES FOR FATIGUE STRENGTH

Abstract. A constructive solution of the stand for testing prefabricated structures for fatigue strength is presented, debugging of its control system is reflected, including the stages of preparing and conducting fatigue tests of prefabricated structures of rolling stock. The main criterion of the developed control system is universality, i.e. the possibility of using it in various stands for similar tests. A stand control system is proposed, which ensures its preparation

for testing. The operation of the control system is based on the use of Hall sensors, a timer relay and the use of dynamic braking of the power electric motor of the stand. Dynamic braking of the electric motor is implemented on a semiconductor device and includes a triac voltage converter. The use of a converter makes it possible to simplify the selection of the braking voltage by turning the variable resistor knob, unlike classical circuits in which the voltage level is selected by replacing a bulky load resistor or a step-down transformer. The stand's remote control is designed with ease of operation in mind and has only four buttons. Testing of the developed control system confirmed its compliance with the necessary requirements, as well as ease of use and high reliability.

Keywords: prefabricated structure, fatigue testing, control system, dynamic braking, triac converter, positioning of the stand.

For citation: Development of a control system of a stand for testing prefabricated structures for fatigue strength / O. L. Malomyzhev, D. O. Malomyzhev, A. A. Pykhalov, I. N. Lebedev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 32–40. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_32.

Сведения об авторах

Маломыжев Олег Львович

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: olm@bk.ru

Маломыжев Дмитрий Олегович

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Физика, механика и приборостроение»,
аспирант,
e-mail: kbprf13@gmail.com

Пыхалов Анатолий Александрович

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Физика, механика и приборостроение»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: pykhalov_aa@mail.ru

Лебедев Иван Николаевич

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
аспирант,
e-mail: lebedev@mail.com

Information about the authors

Malomyzhev Oleg Lvovich

Irkutsk State Transport University (IRGUPS),
Chair «Wagons and Wagon Facilities»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: olm@bk.ru

Malomyzhev Dmitry Olegovich

Irkutsk State Transport University (IRGUPS),
Chair «Physics, Mechanics and Instrumentation»,
Graduate Student,
e-mail: kbprf13@gmail.com

Pykhalov Anatoly Alexandrovich

Irkutsk State Transport University (IRGUPS),
Chair «Physics, Mechanics and Instrumentation»,
Doctor of Engineering Science, Professor,
e-mail: pykhalov_aa@mail.ru

Lebedev Ivan Nikolaevich

Irkutsk State Transport University (IRGUPS),
Chair «Wagons and Wagon Facilities»,
Graduate Student,
e-mail: lebedev@mail.com

УДК678.5.046 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_41

Д. С. Мантуров, П. Г. Ивановкин, А. И. Азоян, П. В. Харламов

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ И МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СТРУКТУР МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ *

Аннотация. В работе предпринята попытка описать кинетику и механизм образования вторичных структур при трении полимерного композита данной структуры. В ка-

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

честве матрицы композита использовалась эпоксидная диановая смола ЭД-20, для отверждения смолы применен технический полиэтиленполиамин. В качестве наполнителей использовались политетрафторэтилен марки Ф4МБ, выполняющий роль антифрикционной составляющей, и шпинели металлов $(\text{Mn/Mg})\text{Fe}_2\text{O}_4$, которые применялись для улучшения механических характеристик композита. Анализ изменения поверхности трибоконтакта осуществлялся методом ИК-спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения с использованием машины трения торцевого типа, в которой реализована схема испытаний «палец – диск». Спектры были записаны при помощи ИК Фурье-спектрометра Bruker ALPHA II. Изучение морфологии и определение элементного состава структур, образовавшихся на дорожках трения металлического диска, осуществлялись при помощи сканирующего электронного микроскопа ZEISS EVO MA18, оснащенного энергодисперсионным спектрометром X-Max 50N.

Показано, что в процессе работы наблюдается нестационарный режим, который возникает вследствие образования и отрыва сформированных вторичных структур. На начальной стадии взаимодействия на поверхности металлического тела образуются паттерны из групп эпоксидной смолы, продукты износа фторопласта представляют собой высокоориентированную пленку переноса с малым сдвиговым сопротивлением. Мелкодисперсные частицы шпинели, обладающие высоким пределом прочности, выступают в роли абразивных частиц, очищая поверхность контртела от окисной пленки, способствуют формированию связей между контртелом и продуктами износа композита.

Ключевые слова: композитные материалы, гибридные наполнители, коэффициент трения, пленка переноса, ИК-спектры, вторичные структуры.

Для цитирования: Исследование кинетики и механизма формирования вторичных структур модифицированной эпоксидной смолы / Д. С. Мантуров, П. Г. Иваночкин, А. И. Азоян, П. В. Харламов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 41–51. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_41.

D. S. Manturov, P. G. Ivanochkin, A. I. Azojan, P. V. Kharlamov

INVESTIGATION OF KINETICS AND MECHANISM OF SECONDARY STRUCTURES' FORMATION OF THE MODIFIED EPOXY RESIN

Abstract. The paper attempts to describe the kinetics and mechanism of formation of secondary structures during friction of a polymer composite of this structure. Epoxy diene resin ED-20 was used as the composite matrix, technical polyethylene polyamine was used to cure the resin, polytetrafluoroethylene of the F4MB brand, acting as an antifriction component, and metal spinels $(\text{Mn/Mg})\text{Fe}_2\text{O}_4$ were used as fillers, which were used to improve the mechanical characteristics of the composite. The analysis of changes in the tribocontact surface was carried out by IR spectroscopy of disturbed total internal reflection using an end-type friction machine, in which a finger-disk test scheme was implemented. The spectra were recorded using the Bruker ALPHA II IR Fourier spectrometer. The study of morphology and determination of the elemental composition of structures formed on the friction tracks of a metal disk was carried out using a scanning electron microscope ZEISS EVO MA18 equipped with an energy dispersive spectrometer X-Max 50N.

It is shown that in the process of operation, a non-stationary mode is observed, which occurs due to the formation and separation of formed secondary structures. At the initial stage of interaction, patterns of epoxy resin groups are formed on the surface of the metal body, the wear products of the fluoroplast are a highly oriented transfer film with low shear resistance. Fine spinel particles with a high tensile strength act as abrasive particles, cleaning the surface of the counterbody from the oxide film, contribute to the formation of bonds between the counterbody and the wear products of the composite.

Keywords: composite materials, hybrid fillers, coefficient of friction, transfer film, IR spectra, secondary structures.

For citation: Investigation of kinetics and mechanism of secondary structures' formation of modified epoxy resin / D. S. Manturov, P. G. Ivanochkin, A. I. Azojan, P. V. Kharlamov //

Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4.
– P. 41–51. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_41.

Сведения об авторах**Мантуров Дмитрий Сергеевич**

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

Иваночкин Павел Григорьевич

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

Азожан Анаид Иосиповна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретическая механика»,
ассистент,
e-mail: azojan.anaid@mail.ru

Харламов Павел Викторович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Транспортные машины и триботехника»,
кандидат технических наук, доцент
e-mail: kcharlamov@yandex.ru

Information about the authors**Manturov Dmitriy Sergeevich**

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

Ivanochkin Pavel Grigoryevich

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

Azojan Anaid Iosipovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Mechanics»,
Lecture,
e-mail: azojan.anaid@mail.ru

Kharlamov Pavel Viktorovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Transport Machines and Tribotechnics»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: kcharlamov@yandex.ru

УДК 656.21.001.57 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_52

А. А. Назаретов

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СРЕДСТВА МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ
ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ РЕЛЬСОВ НА ПЕРЕГОНАХ И СТАНЦИЯХ**

Аннотация. Дается описание конструкции средства малой механизации – машины самоходной рельсошлифовальной механизированной, которая снижает условия тяжести и напряженности технологического процесса шлифования рельс на перегонах и станциях. Использование такой машины позволяет обеспечить условия тяжести трудового процесса в части физических нагрузок на допустимых уровнях, а также снизить уровень акустического дискомфорта.

Ключевые слова: шлифование рельс, источники шума, средства малой механизации, машина самоходная рельсошлифовальная механизированная.

Для цитирования: Назаретов, А. А. Разработка конструкции средства малой механизации для шлифования рельсов на перегонах и станциях / А. А. Назаретов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 52–58. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_52.

А. А. Nazaretov

**DESIGN DEVELOPMENT OF SMALL
MECHANIZATION FOR GRINDING RAILS AT THE RAILWAY STATION
AND STATION-TO-STATION BLOCK**

Abstract. The research paper describes the design of a small-scale mechanization tool, for example, a self-propelled mechanized rail grinding machine which reduces the severity and tension of the technological process of the rail grinding at the railway station and station-to-station block. The use of such a machine makes it possible to ensure the conditions for the severity of the labor process in terms of physical activity at acceptable levels and to reduce the level of acoustic discomfort.

Keywords: rail grinding, noise sources, small-scale mechanization, self-propelled mechanized rail grinding machine.

For citation: Nazaretov, A. A. Design development of small mechanization for grinding rails at the railway station and station-to-station block / A. A. Nazaretov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 52–58. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_52.

Сведения об авторах

Назаретов Андрей Алексеевич

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

Information about the authors

Nazaretov Andrey Alekseyevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Car and Car Facilities»,
Associate Professor,
e-mail: aanazaretov@rgups.ru

УДК 621.9.048 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_59

*A. B. Сидашов, П. Г. Иваночкин, С. А. Данильченко,
Д. С. Мантуров, И. В. Колесников, В. В. Авилов*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЖЭЛЕКТРОДНОЙ СРЕДЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ *

Аннотация. Исследовано влияние межэлектродной среды, в качестве которой использованы углеводородная среда (индустриальное масло И-40) и полиэтилсилоксановая жидкость, на результаты обработки стальной поверхности методом электроискрового легирования (ЭИЛ), а именно на химический состав поверхности и ее трибологические характеристики. Трибологические испытания проводились по схеме «ролик – колодка» в режиме граничного трения. Исследования структурно-фазовых изменений поверхностей выполнялись методом растровой электронной микроскопии. Методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) были исследованы химический состав сформировавшихся пленок трения и химическая связь в этих пленках. Установлено, что элементный состав покрытий зависит не только от режимов ЭИЛ, но и от состава жидкой среды, в которой производили обработку. Крайне низкое содержание кислорода в покрытиях свидетельствует о том, что жидкие среды эффективно предохраняют поверхность стали и электрода от окисления в процессе ЭИЛ.

Ключевые слова: модификация поверхности, электроискровое легирование, минеральное масло, полиэтилсилоксановая жидкость, износостойкость, спектроскопия.

Для цитирования: Исследование влияния межэлектродной среды на результаты обработки стальной поверхности методом электроискрового легирования / А. В. Сидашов, П. Г. Иваночкин, С. А. Данильченко [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 59–65. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_59.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Федерального агентства железнодорожного транспорта (протокол от 11.01.2022 г. № АБ-1).

*A. V. Sidashov, P. G. Ivanochkin, S. A. Danilchenko,
D. S. Manturov, I. V. Kolesnikov, V. V. Avilov*

**RESEARCH OF THE INTERELECTRODE MEDIUM INFLUENCE
ON PROCESSING RESULTS OF THE STEEL SURFACE
BY METHOD OF THE ELECTRIC SPARK ALLOYING**

Abstract. The interelectrode medium influence, which uses a hydrocarbon medium (industrial oil I-40) and a polyethylsiloxane liquid, on the processing results of a steel surface by the method of the electric spark alloying (ESA), namely, on the chemical composition of the surface and its tribological characteristics, is researched. Tribological tests were carried out according to the "roller – pad" scheme in the mode of boundary friction. Studies of the structural and phase changes of surfaces were carried out by scanning electron microscopy. The chemical composition of the formed friction films and the chemical bond in these films were studied by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). It is established that the elemental composition of coatings depends not only on the modes of ESA, but it is also on the composition of the liquid medium in which the treatment was performed. The extremely low oxygen content in the coatings indicates that liquid media effectively protect the surface of the steel and electrode from oxidation during the ESA process.

Keywords: surface modification, electric spark alloying, mineral oil, polyethylsiloxane liquid, wear resistance, spectroscopy.

For citation: Research of the interelectrode medium influence on processing results of the steel surface by method of the electric spark alloying / A. V. Sidashov, P. G. Ivanochkin, S. A. Danilchenko [et al.] // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 59–65. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_59.

Сведения об авторах

Сидашов Андрей Вячеславович

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

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

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Научно-испытательный центр «Нанотехнологии и трибосистемы»,
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

Information about the authors

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

Ivanochkin Pavel Grigoryevich

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

Danilchenko Sergey Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Research and Testing Center «Nanotechnologies and Tribosystems»,
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

Колесников Игорь Владимирович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретическая механика»,
член-корреспондент РАН,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: oooedt@rambler.ru

Авилов Виктор Владимирович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Научно-исследовательская лаборатория «Нанотехнологии и новые материалы»,
научный сотрудник,
e-mail: avilov_victor@mail.ru

Kolesnikov Igor Vladimirovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Mechanics»,
Corresponding Member RAS,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: oooedt@rambler.ru

Avilov Viktor Vladimirovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Research Laboratory "Nanotechnologies and New Materials",
Researcher,
e-mail: avilov_victor@mail.ru

УДК 621.8 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_66

*П. Н. Щербак, В. И. Куштин, Н. Н. Глубоков***КОМПЛЕКСНОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИВОДА ГАЙКОВЕРТА
МАШИНЫ ПМГ**

Аннотация. При реализации моделирования фрикционных механических систем необходимо достигать как можно более полного описания внешнего воздействия не только на механическую систему, но и на процессы, протекающие внутри системы вследствие указанного воздействия. Математическое моделирование из-за отсутствия, достоверного и проверенного временем описания системы может вносить погрешности в результаты. Физическое моделирование, реализуемое посредством моделирования системы на стенде, не в полной мере характеризует реальную эксплуатацию системы. Поэтому для более приемлемого описания механической системы в статье использовано описание построения эквивалентных расчетных схем с использованием принципов упрощения ввиду того факта, что кинетическая и потенциальная энергия системы остается неизменной. Данный метод в значительной степени повышает достоверность результатов стендовых испытаний.

Ключевые слова: эквивалентная расчетная схема, моделирование, муфты предельного момента, триботехнические характеристики, модель, элемент трибосопряжения.

Для цитирования: Щербак, П. Н. Комплексное физическое моделирование привода гайковерта машины ПМГ / П. Н. Щербак, В. И. Куштин, Н. Н. Глубоков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 66–74. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_66.

*P. N. Shcherbak, V. I. Kushtin, N. N. Glubokov***INTEGRATED PHYSICAL MODELING OF THE DRIVE OF A PMG MACHINE**

Abstract. It is necessary to achieve as complete description as possible of the external impact not only on the mechanical system when implementing the simulation of friction mechanical systems, but it is also on the processes occurring inside the system as a result of this impact. Due to the lack of a reliable and time-tested description of the system, mathematical modeling can introduce errors into the results. Having been implemented by modeling the system on the bench, physical modeling does not fully characterize the actual operation of the system. Therefore, for a more acceptable description of the mechanical system, the paper uses the description of the construction of equivalent calculation schemes using the principles of simplification, in view of the fact that the kinetic and potential energy of the system remain unchanged. This method greatly increases the reliability of bench test results.

Keywords: equivalent calculation scheme, simulation, limiting torque couplings, tribotechnical characteristics, model, tribocoupling element.

For citation: Shcherbak, P. N. Integrated physical modeling of the drive of a PMG machine / P. N. Shcherbak, V. I. Kushtin, N. N. Glubokov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 66–74. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_66.

Сведения об авторах

Щербак Петр Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Путь и путевое хозяйство»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail : SPN55@mail.ru

Куштин Владимир Иванович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail : v.kushtin@yandex.ru

Глубоков Николай Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Научно-исследовательская часть,
инженер,
e-mail : nikolaygv@mail.ru.ru

Information about the authors

Shcherbak Peter Nikolayevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Track and Track Facilities»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: SPN55@mail.ru

Kushtin Vladimir Ivanovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Surveys, Design and Construction of Railways»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: v.kushtin@yandex.ru

Glubokov Nikolay Nikolayevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Research Department,
Engineer,
e-mail: nikolaygv@mail.ru.

УДК 629.45/.46.077 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_75

И. А. Яицков, П. А. Поляков

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА НА ЕГО ТОРМОЗНЫЕ СВОЙСТВА

Аннотация. При неустановившихся режимах движения пассажирские вагоны испытывают различные динамические воздействия со стороны опорной поверхности и смежных вагонов. Тормозной режим также является неустановившимся, что влечет за собой изменение продольной динамики вагона и, как следствие, перераспределение нагрузок между осями передних и задних тележек вагона. Разработанная математическая модель вертикальных, продольных и угловых колебаний кузова пассажирского вагона в процессе торможения свидетельствует об изменениях тормозных усилий в системе «колесо – опорная поверхность» для осей передних и задних тележек, что непосредственно отражается на тормозной эффективности пассажирского вагона в целом. Помимо влияния продольной динамики на распределение нагрузок между осями вагона указанная модель позволяет оценить изменение в контакте фрикционного узла. Изменение продольного наклона вагона влечет вертикальное смещение положения центра давления во взаимодействующих парах трения, что предопределяет появление эффекта сервоусиления в тормозных механизмах дисково-колодочного типа.

Полученная математическая модель позволит в дальнейшем управлять процессом торможения пассажирского вагона и разработать на ее основе концепцию адаптивной тормозной системы.

Ключевые слова: продольная динамика, вагон, угловые колебания, ускорения угловых колебаний, положение центра давления, дисково-колодочный тормоз, сервоусиление.

Для цитирования: Яицков, И. А. Влияние продольной динамики пассажирского вагона на его тормозные свойства / И. А. Яицков, П. А. Поляков // Вестник Ростовского

государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 75–88. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_75.

I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov

THE INFLUENCE OF THE LONGITUDINAL DYNAMICS OF A PASSENGER CAR ON ITS BRAKING PROPERTIES

Abstract. In case of unsteady movement modes, the rolling stock cars experience various dynamic effects from the sides of the support surface and adjacent cars. The braking mode is unsteady, which entails a change in the longitudinal dynamics of the car and, as a consequence, a redistribution of loads between the axles of the front and rear bogies of the car. The developed mathematical model of vertical, longitudinal and angular vibrations of the car body during braking indicates changes in braking forces in the wheel-bearing surface system for the axles of the front and rear bogies, which directly affects the braking efficiency of the rolling stock as a whole. In addition to the influence of longitudinal dynamics on the loads distribution between the car axles, this theory enables to estimate the change in the contact of the friction unit. The change in the longitudinal inclination of the car affects the vertical displacement of the position of the center of pressure in the interacting friction pairs, which determines the phenomenon of the effect of servo reinforcement in disc-pad type braking mechanisms.

The resulting mathematical model will enable to further control the braking process of the rolling stock car and on its basis to develop the concept of an adaptive braking system.

Keywords: longitudinal dynamics, wagon, angular oscillations, acceleration of angular oscillations, position of the center of pressure, disc brake, servo reinforcement.

For citation: Yaitskov, I. A. The influence of the longitudinal dynamics of a passenger car on its braking properties / I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 75–88. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_75.

Сведения об авторах

Яицков Иван Анатольевич

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

Поляков Павел Александрович

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

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

Yaitskov Ivan Anatolievich

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

Polyakov Pavel Alexandrovich

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

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

И. А. Алферова, Д. Д. Габриэлян, Б. Х. Кульбикаян, О. А. Сафарьян, Л. Н. Стажарова

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКЛОНЕНИЯ ЧАСТОТЫ И ВЕРОЯТНОСТИ БИТОВОЙ ОШИБКИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ КАМ СИГНАЛОВ

Аннотация. Рассмотрены вопросы взаимосвязи вероятности битовой ошибки при демодуляции М-КАМ (квадратурно-амплитудная модуляция) сигналов – с одной стороны, с величиной отклонения частоты сигнала от номинального значения – с другой стороны, в условиях наличия аддитивного белого гауссовского шума в канале связи. Исследования проведены при следующих допущениях: отклонение частоты от номинального значения принимает случайное, но постоянное в течение длительности импульса значение; отклонения частоты подчиняются нормальному закону распределения. Отмечено, что влияние отклонения частоты сигнала обуславливает наличие двух факторов, приводящих к росту вероятности битовой ошибки: снижение уровня сигнала на выходе устройства корреляционной обработки, появление случайных флуктуаций фазы сигнала на интервале обработки импульса. Получены на основе численного моделирования и проанализированы зависимости повышения вероятности битовой ошибки при различных значениях дисперсии отклонения частоты от номинального значения и отношения сигнал/шум в канале связи.

Ключевые слова: М-КАМ сигналы, вероятность битовой ошибки, отклонения частоты, нормальный закон распределения.

Для цитирования: Взаимосвязь отклонения частоты и вероятности битовой ошибки при передаче КАМ сигналов / И. А. Алферова, Д. Д. Габриэлян, Б. Х. Кульбикаян [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 89–95. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_3_89.

I. A. Alferova, D. D. Gabrielyan, B. H. Kulbikayan, O. A. Safaryan, L. N. Stazharova

INTERCONNECTION OF FREQUENCY DEVIATION AND BIT ERROR PROBABILITY IN TRANSMITTING CAM SIGNALS PROCESSING

Abstract. The paper deals with the probable interconnection of bit error in the demodulation of M-CAM signals: on the one hand, with the magnitude of the deviation of the signal frequency from the nominal value; on the other hand, in the presence of additive white Gaussian noise in the communication channel. The studies were carried out under the following assumptions: the frequency deviation from the nominal value takes a random, but constant value during the pulse duration; frequency deviations obey the normal distribution law. It is noted that the influence of the signal frequency deviation causes the presence of two factors leading to an increase in the probability of a bit error: a decrease in the signal level at the output of the correlation processing device, the appearance of random fluctuations in the signal phase at the pulse processing interval. The dependences of increasing the probability of a bit error at different values of the variance of the frequency deviation from the nominal value and the signal-to-noise ratio in the communication channel are obtained on the basis of numerical modeling and analyzed.

Keywords: M-CAM signals, probability of bit error, frequency deviations, normal distribution law.

For citation: Interconnection of frequency deviation and bit error probability in transmitting cam signals processing / I. A. Alferova, D. D. Gabrielyan, B. H. Kulbikayan [et al.] // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 89–95. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_89.

Сведения об авторах

Алферова Ирина Александровна

Information about the authors

Alferova Irina Alexandrovna

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Кибербезопасность информационных систем»,

старший преподаватель,
e-mail: ia.alferova.donstu@yandex.ru

Габриэлян Дмитрий Давидович

Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи,

кафедра «Радиоэлектроника»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: d.gabrieljan2011@yandex.ru

Кульбикаян Баграг Хачересович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),

кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,

кандидат физико-математических наук, доцент,
e-mail: bagrat @rgups.ru

Сафарьян Ольга Александровна

Донской государственный технический университет (ДГТУ),

кафедра «Кибербезопасность информационных систем»,

кандидат технических наук, доцент,
e-mail: safari_2006@mail.ru

Стажарова Любовь Николаевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),

кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,

кандидат физико-математических наук, доцент,
e-mail: sln.67@mail.ru

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Cybersecurity of Information Systems»,
Senior Lecturer,
e-mail: ia.alferova.donstu@yandex.ru

Gabrielyan Dmitry Davidovich

Rostov Scientific Institute of Radio Communication,

Chair «Radio Electronics»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: d.gabrieljan2011@yandex.ru

Kulbikayan Bagrat Hacheresovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Communication on Railway Transport»,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor,

e-mail: bagrat @rgups.ru

Safaryan Olga Alexandrovna

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Cybersecurity of Information Systems»,

Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,

e-mail: safari_2006@mail.ru

Stazharova Lyubov Nikolaevna

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

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor,

e-mail: sln.67@mail.ru

УДК 656

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_96

А. Г. Ведерников, В. В. Сергеев

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ДОСТАВКЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация. Рассматривается эффективность применения робототехнических комплексов при доставке материальных средств. Приведены основные направления использования робототехнических комплексов в процессах осуществления логистических услуг. Определены четыре наиболее актуальные сферы применения робототехнических комплексов на российском рынке: военная сфера, промышленная, сфера сервиса и персональное использование роботов. Приведены данные IFR World Robotics по росту продаж логистических робототехнических комплексов. Выделены основные характеристики робототехнических комплексов логистического назначения. К ним отнесены автономность, самостоятельное выполнение задачи; самостоятельное передвижение, адаптация под поставленные задачи; способность к распознаванию изменяющихся условий задачи. Сделан вывод о том, что эффективность применения робототехнических комплексов при доставке материальных средств обеспечивается за счет взаимодействия групп роботов и человека, использования технологий искусственного интеллекта, развития сенсорных способностей восприятия окружающей действительности,

проектирования принципов и способов интерпретации изменяющихся условий и принятия роботом соответствующего решения.

Ключевые слова: робототехнические комплексы, доставка материальных средств, передвижение грузов, логистика.

Для цитирования: Ведерников, А. Г. Эффективность применения робототехнических комплексов при доставке материальных средств / А. Г. Ведерников, В. В. Сергеев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 96–102. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_96.

A. G. Vedernikov, V. V. Sergeev

IMPROVING THE EFFICIENCY FOR USING ROBOTIC SYSTEMS IN THE MATERIAL RESOURCE DELIVERY

Abstract. This paper researches the efficiency for using robotic systems in the material resource delivery. It is given the main directions for using robotic complexes in the process of providing logistics services. The four most relevant areas of robotic systems application in the Russian market are identified: military, industrial, service and personal use of robots. The data of IFR World Robotics on the growth of sales of logistics robotic systems are given. The main characteristics of robotic systems for logistics purposes are highlighted. These include autonomy, independent performance of the task; independent movement, adaptation to the tasks, the ability to recognize changing conditions of the problem. The effectiveness for using robotic systems in the delivery of material resources is ensured through the group interaction of robots and humans, the use of artificial intelligence technologies, the development of sensory abilities to perceive the surrounding reality, the design of principles and methods for interpreting changing conditions and the robot making an appropriate decision.

Keywords: robotic complexes, material resource delivery, movement of goods, logistics.

For citation: Vedernikov, A. G. Improving the efficiency for using robotic systems in the material resource delivery / A. G. Vedernikov, V. V. Sergeev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 96–102. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_96.

Сведения об авторах

Ведерников Александр Геннадьевич

Военный институт Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева,
кафедра применения автомобильных подразделений,
кандидат технических наук, преподаватель,
e-mail: vedernikov-81@mail.ru

Сергеев Владислав Владимирович

Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: vvs.vdv@mail.ru

Information about the authors

Vedernikov Alexander Gennadievich

Military Institute of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulev,
Chair «Application of Automotive Units»,
Candidate of Engineering Sciences, Lecturer,
e-mail: vedernikov-81@mail.ru

Sergeev Vladislav Vladimirovich

Military Academy of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulev,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: vvs.vdv@mail.ru

УДК 004

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_103

A. K. Канаев, Е. В. Опарин, А. А. Привалов

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АТАКИ МАНИПУЛИРОВАНИЯ СИГНАЛАМИ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ

Аннотация. Рассмотрен процесс реализации кибератак на территориально-распределенные телекоммуникационные системы методом манипулирования сообщениями,

содержащими сигналы точного времени. Дана оценка характеристик атаки в зависимости от действий злоумышленника.

Ключевые слова: кибератака, телекоммуникационная система, система единого времени, сигнал точного времени, человек посередине, устойчивость технологических процессов.

Для цитирования: Канаев, А. К. Оценка вероятностно-временных характеристик атаки манипулирования сигналами точного времени / А. К. Канаев, Е. В. Опарин, А. А. Привалов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 103–108. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_103.

A. K. Kanaev, E. V. Oparin, A. A. Privalov

ESTIMATION OF THE PROBABILISTIC-TEMPORAL CHARACTERISTICS OF THE PRECISION TIME PROTOCOL ATTACK

Abstract. In this paper we discuss a process of performing the precision time protocol cyber attacks on geographically distributed telecommunication systems. The authors estimate the dependence of the attack characteristics on an attacker's actions.

Keywords: cyberattack, telecommunication system, the system of a single time, precision time protocol, man-in-the-middle, sustainability of technological processes.

For citation: Kanaev, A. K. Estimation of the probabilistic-temporal characteristics of the precision time protocol attack / A. K. Kanaev, E. V. Oparin, A. A. Privalov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 103–108. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_103.

Сведения об авторах

Канаев Андрей Константинович

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Электрическая связь»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: KanaevAK@mail.ru

Опарин Евгений Валерьевич

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Электрическая связь»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: Oparin@mail.ru

Привалов Александр Андреевич

Российский университет транспорта (МИИТ),
Институт транспортной техники и систем управления,
кафедра «Управление и защита информации»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: Privalov.1985@yandex.ru

Information about the authors

Kanaev Andrey Konstantinovich

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS),
Chair «Electrical Communication»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: KanaevAK@mail.ru

Oparin Evgeniy Valeryevich

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS),
Chair «Electrical Communication»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: Oparin@mail.ru

Privalov Alexander Andreyevich

Russian University of Transport (MIIT),
Institute of Transport Engineering and Operation Systems,
Chair «Information Security and Management»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: Privalov.1985@yandex.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

К. В. Аношкин, В. Н. Зубков, Н. Н. Мусиенко

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ «ОКОН» ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ КАК МЕРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Аннотация. Предложена методика расчета оптимальной продолжительности «окна». Установлены основные причины, препятствующие выполнению норм выработки в периоды «окон», разработаны меры повышения уровня управления движением в условиях проведения «окон» на участках железной дороги, учтены возможности автоматизированной системы «Эльбрус» для построения графика движения поездов на смежных дорогах на периоды проведения «окон» или отмены отдельных пассажирских поездов, дана экономическая оценка эффективности их взаимодействия. Выявлены проблемы, препятствующие нормальному выполнению заявок на производство «окон», устранены недостатки в работе отдельных дирекций и служб при возникающих затруднениях, обоснована необходимость создания Центра планирования «окон» (ЦПО) для повышения уровня взаимодействия дирекций дороги и достижения оптимальных результатов.

Ключевые слова: планирование, организация и способы проведения «окон», выявление проблем и качества их выполнения, повышение уровня взаимодействия дирекций дороги в целях обеспечения безопасности движения, экономическая оценка способов проведения «окон».

Для цитирования: Аношкин, К. В. Совершенствование планирования и организации проведения «окон» для выполнения ремонтно-строительных работ как мера обеспечения надежности работы железных дорог / К. В. Аношкин, В. Н. Зубков, Н. Н. Мусиенко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 109–117. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_109.

K. V. Anoshkin, V. N. Zubkov, N. N. Musienko

IMPROVEMENT OF THE SLOT PLANNING AND ORGANIZATION FOR REPAIR AND CONSTRUCTION WORKS AS A MEASURE TO ENSURE THE RAILWAY RELIABILITY

Abstract. The paper proposes a method for calculating the slot optimal duration. The main reasons hindering the implementation of production standards during the slots periods are identified, measures have been developed to improve the level of traffic control in the slot conditions on railway sections, the possibilities of the automated Elbrus system for scheduling trains on adjacent roads for the slot periods are considered. It is given the economic assessment of the interaction effectiveness. The problems hindering the normal execution of applications for the slot production have been identified. The shortcomings in the work of individual directorates and services in case of difficulties have been eliminated. The necessity of creating a Slot Planning Center (SPC) to increase the level of interaction between the directorates of the road and achieve optimal results is substantiated.

Keywords: slot planning and organization, methods of an implementation, identification of problems of conducting, economic assessment of slot conducting options, increasing the level of interaction of road directorates, improving traffic safety.

For citation: Anoshkin, K. V. Improvement of the slot planning and organization for repair and construction works as a measure to ensure the railway reliability / K. V. Anoshkin, V. N. Zubkov, N. N. Musienko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 109–117. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_109.

Сведения об авторах**Аношкин Кирилл Владимирович**

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

Зубков Виктор Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,
e-mail: uer@rgups.ru

Мусиенко Нина Николаевна

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

Information about the authors**Anoshkin Kirill Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Operational Work Management»,
Postgraduate student,
e-mail: uer@rgups.ru

Zubkov Viktor Nikolaevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Operational Work Management»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair,
e-mail: uer@rgups.ru

Musienko Nina Nikolaevna

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

УДК 656.21 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_118

*В. Н. Зубков, Е. В. Рязанова, С. М. Наурузбаев***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ СТАНЦИИ АСТРАХАНЬ-II В СИСТЕМЕ
МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «СЕВЕР – ЮГ» В УСЛОВИЯХ
ОЖИДАЕМОГО РОСТА ГРУЗОПОТОКА**

Аннотация. В статье рассматриваются направления развития станции Астрахань-II с целью реализации новых функций сортировочной станции для работы в помощь порту Оля как ключевого элемента транспортного коридора «Север – Юг» в условиях ожидаемого роста грузопотока. В связи с прогнозируемым значительным ростом грузопотока на данном направлении требуется развитие портовой и железнодорожной инфраструктуры. С этой целью в порту планируется создание транспортного хаба, который позволит сократить расстояние и создать более привлекательные условия перевозки грузов, тем самым обеспечить возможность увеличения грузопотоков и повышения доходов железных дорог. Как следствие, для развития железнодорожной инфраструктуры возникает необходимость увеличения перерабатывающей способности станции Астрахань-II для того, чтобы организовать ее работу в помощь порту Оля по переработке ожидаемого роста поездопотока. Предложения даются с учетом имеющегося опыта работы сортировочной станции Батайск Северо-Кавказской железной дороги (СКЖД). Оценка технологии работы станции Астрахань-II и предложений по ее корректировке осуществляется с использованием теории системы массового обслуживания. Выполненный расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по повышению перерабатывающей способности станции Астрахань-II подтверждает их целесообразность для обеспечения перевозок грузов по транспортному коридору «Север – Юг».

Ключевые слова: транспортный коридор, рост объемов перевозок, развитие инфраструктуры, новые функции станции, математическое моделирование, оценка загрузки, корректировка технологии, автоматизация, экономическая эффективность.

Для цитирования: Зубков, В. Н. Совершенствование работы станции Астрахань-II в системе международного транспортного коридора «Север – Юг» в условиях ожидаемого роста грузопотока / В. Н. Зубков, Е. В. Рязанова, С. М. Наурузбаев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 118–127. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_118.

V. N. Zubkov, E. V. Ryazanova, S. M. Nauruzbayev

IMPROVEMENT OF ASTRAKHAN-II STATION OPERATION IN THE SYSTEM OF THE INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDOR "NORTH-SOUTH" IN THE CONDITIONS OF THE CARGO TRAFFIC EXPECTED GROWTH

Abstract. The paper discusses the directions of development of the Astrakhan-II station in order to implement new functions of the marshalling yard to work in support of the port of Olya as a key element of the North-South transport corridor in the conditions of the expected growth of cargo traffic. Due to the projected significant increase in cargo traffic in this direction, the development of port and railway infrastructure is required. Moreover, it is planned to create a transport hub in the port, which will reduce the distance and create more attractive conditions for cargo transportation, thereby providing an opportunity to increase cargo flows and increase railway revenues. As a consequence, for the development of railway infrastructure, there is a need to increase the processing capacity of the Astrakhan-II station in order to organize its work to help the port of Olya process the expected increase in train traffic. The proposals are given taking into account the existing experience of the Bataysk marshalling yard of the North Caucasian Railway (SKZHD). Evaluation of the Astrakhan-II station operation technology and proposals for its adjustment is carried out using the theory of the queuing system. The calculation of the economic efficiency of the proposed measures to increase the processing capacity of the Astrakhan-II station confirms their feasibility for ensuring the transportation of goods along the North-South transport corridor.

Keywords: transport corridor, traffic volume growth, infrastructure development, new station functions, mathematical modeling, load estimation, technology adjustment, automation, economic efficiency.

For citation: Zubkov, V. N. Improving the work of the Astrakhan-II station in the system of the international transport corridor "North-South" in the conditions of the cargo traffic expected growth / V. N. Zubkov, E. V. Ryazanova, S. M. Nauruzbayev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. – P. 118–127. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_118.

Сведения об авторах

Зубков Виктор Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: uer@rgups.ru

Рязанова Екатерина Владимировна

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

Наурузбаев Сабир Мансурович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),

Information about the authors

Zubkov Viktor Nikolaevich

Rostov State Transport University,
Chair «Management of Operational Work»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: uer@rgups.ru

Ryazanova Ekaterina Vladimirovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Management of Operational Work»,
Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer,
e-mail: uer@rgups.ru

Nauruzbayev Sabir Mansurovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Management of Operational Work»,

кафедра «Управление эксплуатационной
работой»,
студент,
e-mail: sabirnauruzbaev@gmail.com

Student,
e-mail: sabirnauruzbaev@gmail.com

УДК 656.073.23

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_128

Л. В. Кайдалова, Ю. П. Пацев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Рассмотрены различные варианты организации грузовых операций с контрейлерами при использовании разных контрейлерных технологий. Для анализа и сравнения функциональных характеристик системы массового обслуживания были рассмотрены следующие контрейлерные технологии: *CargoSpeed* (несопровождаемая перевозка); *Modalohr* (сопровождаемая, несопровождаемая перевозка); *Flexiwaggon* (сопровождаемая, несопровождаемая перевозка); *CargoBeamer* (несопровождаемая перевозка); «Бегущее шоссе» (сопровождаемая перевозка); *Lo-Lo* (несопровождаемая перевозка). На основе теории массового обслуживания проведен анализ интенсивности поступающего потока автопоездов на контрейлерный терминал и дана оценка эффективности обслуживания контрейлеров при использовании различных технологических решений на терминале. Использование предложенных аналитических выражений позволяет при разных значениях интенсивности потоков автопоездов установить наиболее эффективные варианты контрейлерных технологий.

Ключевые слова: контрейлерный поезд, контрейлерная перевозка, контрейлерный терминал, контрейлерные технологии, автопоезд, система массового обслуживания.

Для цитирования: Кайдалова, Л. В. Использование теории массового обслуживания в сравнительной оценке функциональных характеристик контрейлерных технологий / Л. В. Кайдалова, Ю. П. Пацев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 128–135. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_128.

L. V. Kaidalova, Yu. P. Patsev

USING THE THEORY OF QUEUING IN A COMPARATIVE EVALUATION OF FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE CONTRAILER TECHNOLOGIES

Abstract. The paper considers various options for organizing cargo operations with contraileres using different contrailer technologies. Based on the theory of queuing, an analysis of the intensity of the incoming flow of road trains to the contrailer terminal was carried out and an assessment was made of the efficiency of servicing contraileres when using various technological solutions at the terminal.

Keywords: contrailer train, contrailer transportation, contrailer terminal, contrailer technologies, road train, queuing system.

For citation: Kaidalova, L. V. Using the theory of queuing in a comparative evaluation of functional characteristics of the contrailer technologies / L. V. Kaidalova, Yu. P. Patsev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 128–135. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_128.

Сведения об авторах

Кайдалова Людмила Витальевна
Самарский государственный университет путей
сообщения (СамГУПС),
кафедра «Высшая математика»,
кандидат физико-математических наук, доцент,

Information about authors

Kaidalova Lyudmila Vitalievna
Samara State Transport University (SSTU),
Chair «Higher Mathematics»,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor,

e-mail: Ludmila.kaid@gmail.com

Пацев Юрий Павлович

Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС),
кафедра «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»,
старший преподаватель,
e-mail: patsev@list.ru

e-mail: Ludmila.kaid@gmail.com

Patsev Yury Pavlovich

Samara State Transport University (SSTU),
Chair «Technologies of Cargo and Commercial Work, Stations and Nodes»,
Senior Lecturer,
e-mail: patsev@list.ru

УДК 656.07 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_136

С. А. Сагайдак, Т. О. Графова

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПАНИЯХ

Аннотация. Независимо от причин возникновения риска в коммерческой деятельности естественным является желание каждой компании уменьшить возможные потери, связанные с реализацией риска. Управление рисками в бизнесе – это процесс идентификации, оценивания и управления деловыми рисками, а также максимального использования деловых возможностей. Целью статьи является определение всевозможных форм управления рисками в транспортном бизнесе. Для организаций, предоставляющих логистические услуги, динамические изменения во внешней среде влияют на риск выполнения процессов и угрожают эффективной интеграции ресурсов, скоординированному управлению операциями и, как следствие, негативно влияют на удовлетворенность и лояльность клиентов.

Ключевые слова: менеджмент, маркетинг, качество, транспорт, сервис, управление рисками, бизнес-среда.

Для цитирования: Сагайдак, С. А. Управление рисками в транспортно-логистических компаниях / С. А. Сагайдак, Т. О. Графова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 136–143. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_136.

S. A. Sagaidak, T. O. Grafova

RISK MANAGEMENT IN TRANSPORT AND LOGISTICS COMPANIES

Abstract. Regardless of being risks in business activities, it is obvious that every company aims to reduce the potential losses associated with risks. Risk management in business is the assumption that business risks will be correctly identified, assessed and managed and that business opportunities will be fully exploited. The purpose of this paper is to identify all possible forms of risk management in the transport business. For organizations providing logistics services, dynamic changes in the external environment affect the risk of process execution and threaten the effective integration of resources, coordinated operations management. As a result, it affects customer satisfaction and loyalty.

Keywords: management, marketing, quality, transport, service, risk management, business environment.

For citation: Sagaidak, S. A. Risk management in transport and logistics companies / S. A. Sagaidak, T. O. Graphova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 136–143. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_136.

Сведения об авторах**Сагайдак Сергей Алексеевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС),
кафедра «Экономика, учет и анализ»,
аспирант,
e-mail: Serzh.sagaidak@yandex.ru

Графова Татьяна Олеговна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Экономика, учет и анализ»,
доктор экономических наук, профессор,
e-mail: rubika78@mail.ru

Information about the authors**Sagaidak Sergey Alexeyevich**

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Economics, Accounting and Analysis»,
Postgraduate student,
e-mail: Serzh.sagaidak@yandex.ru

Grafova Tatiana Olegovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Economics, Accounting and Analysis»,
Doctor of Economic Sciences, Professor,
e-mail: rubika78@mail.ru

ТРАНСПОРТНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

УДК 658.26 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_144

*А. В. Костюков***БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОБОРУДОВАНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ ПРЕДПРИЯТИЙ ***

Аннотация. Рассматриваются вопросы обеспечения электробезопасности работников энергетических хозяйств, направленные на предупреждение аварийных ситуаций и принятие своевременных мер по недопущению несчастных случаев на предприятиях транспортной отрасли. Выполнен анализ вредных производственных факторов при проведении различных видов работ с учётом штатных и аварийных режимов. Предлагается использовать систему мониторинга основных показателей производственной среды энергетических хозяйств транспортных предприятий, которая отличается от традиционных систем мониторинга тем, что дополнительно осуществляется мониторинг состояния электрооборудования. Данная система мониторинга позволяет своевременно предотвратить возможные аварии в энергетических хозяйствах транспортных предприятий, предупредить обслуживающий персонал о критическом состоянии высоковольтного оборудования и избежать несчастных случаев.

Ключевые слова: опасные и вредные производственные факторы, электрооборудование, надёжность систем электроснабжения, электробезопасность, датчики контроля, мониторинг состояния производственной среды.

Для цитирования: Костюков, А. В. Безопасные условия эксплуатации электрооборудования энергетических хозяйств предприятий / А. В. Костюков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 144–151. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_144.

*A. V. Kostyukov***SAFE OPERATING CONDITIONS FOR ELECTRICAL EQUIPMENT
ENERGY FARMS OF ENTERPRISES**

Abstract. The paper considers some issues of ensuring the electrical safety of employees of the economic economy, aimed at preventing accidents and taking self-time measures to prevent accidents at the enterprises of the transport industry. The paper analyzes hazardous industries when considering various types of work, taking into account regular and emergency modes. It is proposed to use a system for monitoring the main indicators of the production

* Работа выполнена в рамках гранта ОАО «РЖД» на развитие научно-педагогических школ в области железнодорожного транспорта.

environment of energy enterprises of industrial enterprises, which differs from monitoring systems in that monitoring of the state of electrical equipment is observed and observed. This monitoring system makes it possible to prevent emergencies in manufacturing enterprises, warns maintenance personnel about the critical high-voltage state of the equipment and avoids accidents.

Keywords: hazardous and harmful production factors, electrical equipment, reliability of power supply systems, electrical safety, control sensors, monitoring of the state of the production environment.

For citation: Kostyukov, A. V. Safe operating conditions for electrical equipment energy farms of enterprises / A. V. Kostyukov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 144–151. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_144.

Сведения об авторах

Костюков Александр Владимирович
Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретические основы
электротехники»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: kav@rgups.ru

Information about the authors

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

УДК 621.331 : 621.311 + 06

DOI 10.46973/0201727X_2022_4_152

В. А. Осипов, П. А. Логунова

АЛГОРИТМ КОРРЕКТИРОВКИ МГНОВЕННЫХ СХЕМ ПРИ НАЛИЧИИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Аннотация. Статья посвящена изучению вопросов измерения потерь энергии в тяговых сетях постоянного тока. В качестве метода, применяемого для определения потерь энергии, используется расчетный метод, основанный на использовании закона Ленца – Джоуля. Однако при применении данного метода на специфических участках железных дорог, когда в пределах анализируемого участка меняются типы контактной подвески, имеются двухпутные вставки либо есть какие-либо другие неоднородности в тяговой сети, могут возникнуть сложности в составлении расчетной мгновенной схемы. Настоящая работа раскрывает особенности применения указанного метода при возникновении подобных проблем и предлагает в качестве решения для каждого случая рекомендации к выполнению расчетов.

Ключевые слова: потери мощности, метод восстановления поездной ситуации, двухпутная вставка, расчет мгновенных схем.

Для цитирования: Осипов, В. А. Алгоритм корректировки мгновенных схем при наличии неоднородностей в тяговой сети постоянного тока / В. А. Осипов, П. А. Логунова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 152–160. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_152.

V. A. Osipov, P. A. Logunova

ALGORITHM FOR CORRECTING INSTANTANEOUS CIRCUITS IN THE PRESENCE OF INHOMOGENEITIES IN THE DC TRACTION NETWORK

Abstract. The paper is devoted to the study of the energy losses measurement in DC traction networks. The calculation method based on the use of the Lenz-Joule law is used as a

method used to determine energy losses. However, when using this method on specific sections of railways, when the types of contact suspension change within the analyzed section, there are double-track inserts or there are any other inhomogeneities in the traction network, difficulties may arise in drawing up a calculated instantaneous scheme. This paper reveals the method's application features in the event of such problems and offers solutions for each case. It is given the recommendations for performing calculations.

Keywords: power loss, train situation recovery method, double-track insertion, calculation of instantaneous circuits.

For citation: Osipov, V. A. Algorithm for correcting instantaneous circuits in the presence of inhomogeneities in the DC traction network / V. A. Osipov, P. A. Logunova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 152–160. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_152.

Сведения об авторах

Осипов Владимир Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретические основы электротехники»,
кандидат технических наук, доцент,
E-mail: dw_@rambler.ru

Логунова Полина Александровна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретические основы электротехники»,
старший преподаватель,
E-mail: polina_buteneva@mail.ru

Information about the authors

Osipov Vladimir Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Basis of Electrical Engineering»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
E-mail: dw_@rambler.ru

Logunova Polina Alexandrovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Basis of Electrical Engineering»,
Senior Lecturer,
E-mail: polina_buteneva@mail.ru

УДК 621.316.925.1 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_161

В. А. Осипов, А. И. Осипова

СОПРОТИВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ГРУППОВОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Аннотация. Рассматриваются случаи разземления опор контактной сети, приводящие к негативным последствиям, и элементы, составляющие сопротивление, петли короткого замыкания при аварии на контактной сети. Описан способ повышения надёжности функционирования релейных защит при эксплуатации существующих заземляющих устройств. Выполнен расчёт сопротивлений элементов, составляющих сопротивление петли короткого замыкания, произведён анализ значений. Приведен метод, позволяющий уменьшить сопротивление петли короткого замыкания за счёт образования дополнительного пути тока короткого замыкания путём подключения к тросу группового заземления металлических оболочек оптоволоконного кабеля. Сделаны выводы о составляющих, оказывающих наибольшее влияние на значение сопротивления петли короткого замыкания.

Ключевые слова: релейная защита, сопротивление петли короткого замыкания, токи короткого замыкания, волоконно-оптический кабель, групповое заземление опор, устойчивость.

Для цитирования: Осипов, В. А. Сопротивление системы группового заземления и его влияние на чувствительность релейной защиты / В. А. Осипов, А. И. Осипова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 161–169. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_161.

V. A. Osipov, A. I. Osipova

RESISTANCE OF THE GROUP GROUNDING SYSTEM AND ITS INFLUENCE ON RESPONSE OF THE RELAY PROTECTION

Abstract. The paper considers the cases of grounding of the contact network supports, leading to negative consequences, and the elements that make up the resistance of the short circuit loop in the event of an accident on the contact network. A method for increasing the reliability of the functioning of relay protections during the operation of existing grounding devices is described. The calculation of the resistances of the elements that make up the resistance of the short circuit loop is carried out. The analysis of the values is obtained. A method is presented that makes it possible to reduce the resistance of the short circuit loop due to the formation of an additional short circuit current path by connecting the metal sheaths of the fiber optic cable to the group ground cable. Conclusions are drawn about the components that have the greatest impact on the resistance value of the short circuit loop.

Keywords: relay protection, short-circuit loop resistance, short-circuit currents, fiber-optic cable, group grounding of supports, stability.

For citation: Osipov, V. A. Resistance of the group grounding system and its influence on response of the relay protection / V. A. Osipov, A. I. Osipova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 161–169. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_161.

Сведения об авторах

Осипов Владимир Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), кафедра «Теоретические основы электротехники», кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, декан гуманитарного факультета, e-mail: dw_@rambler.ru

Осипова Анна Ивановна

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

Information about the authors

Osipov Vladimir Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU), Chair «Theoretical Basis of Electrical Engineering», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Chair, Dean of Humanitarian Faculty, E-mail: dw_@ramabler.ru

Osipova Anna Ivanovna

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

УДК 621.331: 621.311

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_170

V. N. Chernых, A. B. Boyko

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Аннотация. Рассмотрен инновационный метод раннего обнаружения гололедно-изморозевых образований на контактной сети электрифицированных железных дорог, который основывается на регистрации в реальном времени силы тяжения проводов контактной сети, так называемом тензоэффекте. В работе приведены существующие методики борьбы с гололедом и дана оценочная характеристика описываемых методов. Авторами предложен и описан новый метод раннего обнаружения гололедных образований на устройствах контактной сети электрифицированных железных дорог. Приведена

блок-схема реально существующего комплекса, применяемого на высоковольтных линиях электропередач, с предложением реализации и дальнейшего развития системы для применения его на контактной сети. Дана оценка результатов исследования применения данного метода в тяговой сети железных дорог.

Ключевые слова: гололёд, гололёдно-изморозевые образования, борьба с гололёдом, тензодатчик, контактная сеть.

Для цитирования: Черных, В. Н. Некоторые способы выявления гололедно-изморозевых образований на контактной сети электрифицированных железных дорог / В. Н. Черных, А. В. Бойко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 170–176. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_170.

V. N. Chernykh, A. V. Boyko

SOME METHODS OF IDENTIFYING ICE AND FROST FORMATIONS ON THE CONTACT NETWORK OF THE ELECTRIFIED RAILWAYS

Abstract. The paper is devoted to the innovative method of early ice detection and frost formations on the overhead system of the electrified railroads, which is based on real-time registration of the tensile strength of overhead wires, the so-called tenso-effect.

Keywords: ice, ice and frost formations, ice control, strain gauge, contact network.

For citation: Chernykh, V. N. Some methods of identifying ice and frost formations on the contact network of the electrified railways / V. N. Chernykh, A. V. Boyko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 170–176. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_170.

Сведения об авторах

Черных Владимир Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретические основы электротехники»,
ассистент,
e-mail: v0l4nd94@yandex.ru

Бойко Андрей Владимирович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретические основы электротехники»,
ассистент,
e-mail: andreibojko111@yandex.ru

Information about the authors

Chernykh Vladimir Nikolaevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Basis of Electrical Engineering»,
Assistant,
e-mail: v0l4nd94@yandex.ru

Boyko Andrey Vladimirovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Basis of Electrical Engineering»,
Assistant,
e-mail: andreibojko111@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

УДК 625.14.001.57 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_177

В. Д. Верескун, Д. Е. Притыкин, Б. Д. Дагладян, Д. В. Романова

ПРИНЦИПЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАЛЬНОГО УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ЕГО ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ЕЁ СВЯЗИ С ЦИФРОВЫМИ МОДЕЛЯМИ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. Рассмотрена идея объединения цифровых моделей объектов железной дороги в программно-логическую структуру с целью осуществления организации деловых игр. Отмечена важность правильного взаимодействия объектов в рамках компью-

терной имитационной модели для правильной организации расчета дистанции до сигнальных точек, занятости участков, а также организации сигнализации на виртуальной железной дороге. Освещены вопросы реализации топологической структуры с трехмерной моделью участка.

Ключевые слова: учебно-лабораторный комплекс, виртуальная железная дорога, ВЖД, тренажер, топология, цифровой двойник.

Для цитирования: Принципы имитационного моделирования реального участка железной дороги с точки зрения разработки его топологической структуры и её связи с цифровыми моделями объектов инфраструктуры / В. Д. Верескун, Д. Е. Притыкин, Б. Д. Дагдьян, Д. В. Романова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 177–183. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_177.

V. D. Vereskun, D. E. Pritikin, B. D. Dagldiyan, D. V. Romanova

PRINCIPLES OF SIMULATION MODELING OF A REAL RAILWAY SECTION DUE TO THE DEVELOPMENT OF ITS TOPOLOGICAL STRUCTURE AND ITS RELATIONSHIP WITH DIGITAL MODELS OF THE INFRASTRUCTURE OBJECTS

Abstract. The research paper discusses the idea of combining digital models of the railway objects into a program-logical structure in order to organize business games. It is considered the importance of the objects' correct interaction within the framework of a computer simulation model, for the correct organization of the distance calculation to signal points, the employment of sections and the organization of signaling on a virtual railway. The issues for realization of the topological structure with a three-dimensional model of the site are given.

Keywords: laboratory system, Virtual Railway, simulator, topology, Digital Twin.

For citation: Principles of simulation modeling of a real railway section due to the development of its topological structure and its relationship with digital models of the infrastructure objects / V. D. Vereskun, D. E. Pritikin, B. D. Dagldian, D. V. Romanova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 177–183. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_177.

Сведения об авторах

Верескун Владимир Дмитриевич

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

Притыкин Дмитрий Евгеньевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Центр развития инновационных компетенций (ЦРИК),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент, директор,
e-mail: maisvendoo@gmail.com

Дагдьян Богос Дзарукович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Центр развития инновационных компетенций (ЦРИК),
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,
аспирант, начальник отдела,

Information about the authors

Vereskun Vladimir Dmitrievich

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

Pritikin Dmitry Evgenievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Development of innovation competencies Center,
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences, Associated
Professor, Director,
e-mail: maisvendoo@gmail.com

Dagldiyan Bogos Dzarukovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Development of Innovation Competencies Center,
Chair «Automation and Telemechanics on Railway
Transport»,
Postgraduate Student, Head of Department,
e-mail: bogos.dagldian@yandex.ru

e-mail: bogos.dagldian@yandex.ru

Романова Дарья Валерьевна

Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),
факультет «Управление процессами перевозок»,
студент,
e-mail: Ru20dar@yandex.ru

Romanova Daria Valerievna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Transportation Process Management»,
Student,
e-mail: Ru20dar@yandex.ru

УДК 532 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_184

А. Ж. Карсян

ВЛИЯНИЕ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ОБТЕКАЕМОГО ТЕЛА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЮ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ОБТЕКАНИИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТЬЮ

Аннотация. Рассмотрена задача нестационарного осесимметричного обтекания потоком вязкой несжимаемой жидкости сферического тела радиусом a , поверхность которого может совершать малые тангенциальные перемещения. Приведена формула для определения силы, действующей на обтекаемое тело со стороны вязкой жидкости. Установлена связь между законом тангенциальной деформации поверхности обтекаемого тела и уменьшением сопротивления движению. Определена зависимость тангенциальных перемещений поверхности сферического тела от времени, позволяющая уменьшить силовое воздействие набегающего потока, в частности, сделать его равным нулю.

Ключевые слова: малые тангенциальные перемещения, сопротивление движению, деформируемое сферическое тело, уравнения движения Стокса, коэффициент сопротивления, осесимметричное обтекание, нестационарный поток вязкой жидкости.

Для цитирования: Карсян, А. Ж. Влияние тангенциальной деформации поверхности обтекаемого тела на сопротивление движению при нестационарном обтекании вязкой жидкостью / А. Ж. Карсян // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 184–192. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_184.

A. J. Karsyan

EFFECT OF TANGENTIAL DEFORMATION OF SURFACE OF STREAMLINED BODY ON RESISTANCE TO MOTION IN NON-STATIONARY FLOW OF VISCOUS FLUID

Abstract. This paper deals with the problem of non-stationary axisymmetric flow of a viscous, non-compressible liquid, a spherical body of radius a , the surface of which can make small tangential movements. A formula is displayed to determine the force exerted on the streamlined body by the viscous fluid. The main goal is to establish a connection between the law of tangential deformation of the surface of the streamlined body and reducing resistance to movement. Dependence of tangential displacements of spherical body surface on time is determined, which makes it possible to reduce force action of incoming flow, in particular, to make it equal to zero.

Keywords: small tangential movements, resistance to motion, deformable spherical body, Stokes equations of motion, resistance coefficient, axisymmetric flow, non-stationary flow of viscous liquid.

For citation: Karsyan, A. J. Effect of tangential deformation of surface of streamlined body on resistance to motion in non-stationary flow of viscous fluid / A. J. Karsyan // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 184–192. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_184.

Сведения об авторах

Карсян Анжела Жозефовна

Information about the authors

Karsyan Angela Josephovna

Rostov State Transport University (RSTU),

Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),
кафедра «Информатика»,
кандидат физико-математических наук, доцент,
e-mail: Agk16@yandex.ru

Chair «Computer Science»,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: Agk16@yandex.ru

УДК 62-50

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_193

А. А. Костоглотов, В. О. Зехцер

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ И ГРАНИЦАХ ПРИМЕНИМОСТИ ВАРИАЦИОННОГО МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ *

Аннотация. Задача параметрической идентификации является нелинейной некорректной задачей, решение которой приводит к проблемам обеспечения однозначности и устойчивости решения. Результаты решения таких задач, полученные на основе использования аппарата асинхронного варьирования, характеризуются высокой скоростью сходимости и точности при минимуме вычислительных затрат. В статье проведена работа по определению границ эффективного практического применения метода вариационной идентификации параметров в условиях помех наблюдения.

Ключевые слова: параметрическая идентификация, динамическая система, асинхронное варьирование, некорректная задача.

Для цитирования: Костоглотов, А. А. Об особенностях и границах применимости вариационного метода идентификации параметров динамических систем / А. А. Костоглотов, В. О. Зехцер // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 193–199. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_193.

А. А. Kostoglotov, V. O. Zekhtser

ABOUT FEATURES AND LIMITS OF APPLICABILITY OF THE VARIATIONAL IDENTIFICATION METHOD OF DYNAMIC SYSTEMS' PARAMETERS

Abstract. The parametric identification problem is a nonlinear ill-posed problem, the solution of which leads to problems of ensuring unambiguity and stability of the solution. The results of solving such problems, obtained by using asynchronous variation apparatus, are characterized by a high rate of convergence and accuracy with a minimum of computational costs. In this article, research is carried out to determine the boundaries of effective practical application of the variational identification method for parameters in the conditions of observation interference.

Keywords: parametric identification, dynamic system, asynchronous variation, ill-posed problem.

For citation: Kostoglotov, A. A. About features and limits of applicability of the variational identification method of dynamic systems' parameters / A. A. Kostoglotov, V. O. Zekhtser // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 193–199. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_193.

Сведения об авторах

Костоглотов Андрей Александрович

Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),

Information about the authors

Kostoglotov Andrey Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Communication on Railway Transport»,

* Работа подготовлена в рамках научной темы «Разработка беспилотных технологий на основе комплексной поэтапной оптимизации с редукцией экстремальных задач и инструментов нейро-нечеткого моделирования» (FZNE-2022-0006).

кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: kostoglotov@me.com

Зехцер Владимир Олегович

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

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: kostoglotov@me.com

Zekhtser Vladimir Olegovich

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

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 629.4.053

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_200

A. N. Antropov, T. A. Antropova, S. V. Bushuev, D. V. Volkov, K. M. Kolyasov

**ПУТИ РАЗВИТИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В РАМКАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Аннотация. Рассматривается подвижной состав как один из ключевых объектов цифровой трансформации железнодорожного транспорта. Анализируя направления цифровой трансформации, концепцию цифрового подвижного состава структурно можно разделить на три технологических блока: «умный локомотив», «умный пассажирский состав» и «умный грузовой состав». По каждому блоку приводятся основные тенденции развития.

Ключевые слова: цифровая железная дорога, цифровой подвижной состав, умный локомотив, умный вагон.

Для цитирования: Пути развития подвижного состава в рамках цифровизации железнодорожного транспорта / А. Н. Антропов, Т. А. Антропова, С. В. Бушуев [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 200–208. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_200.

A. N. Antropov, T. A. Antropova, S. V. Bushuev, D. V. Volkov, K. M. Kolyasov

**WAYS TO DEVELOP ROLLING STOCK AS PART OF THE DIGITALIZATION
OF RAILWAY TRANSPORT**

Abstract. The article discusses the rolling stock as one of the key objects of the digital transformation of railway transport. Analyzing the directions of digital transformation, the concept of digital rolling stock can be structurally divided into three technological blocks: “smart locomotive”, “smart passenger train” and “smart freight train”. For each block, the main development trends are given.

Keywords: digital railway, digital rolling stock, smart locomotive, smart wagon.

For citation: Ways to develop rolling stock as part of the digitalization of railway transport / A. N. Antropov, T. A. Antropova, S. V. Bushuev [et al.] // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 200–208. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_200.

Сведения об авторах

Антропов Александр Николаевич
Уральский государственный университет
путей сообщения (УрГУПС),
кафедра «Вагоны»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: AAntropov@usurt.ru

Information about the authors

Antropov Alexander Nikolaevich
Ural State University of Railway Transport
(USURT),
Chair «Railway Cars»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,

Антропова Татьяна Анатольевна

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей», доцент,

e-mail: TAntropova@usurt.ru

Бушуев Сергей Валентинович

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», кандидат технических наук, доцент,

e-mail: SBushuev@usurt.ru

Волков Денис Владимирович

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), кафедра «Вагоны», кандидат технических наук, доцент,

e-mail: DVolkov@usurt.ru

Колясов Константин Михайлович

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), кафедра «Вагоны», кандидат технических наук, доцент,

e-mail: KKolyasov@usurt.ru

e-mail: AAntropov@usurt.ru

Antropova Tatyana Anatolievna

Ural State University of Railway Transport (USURT),

Chair «Design and Operation of Automobiles», Associated Professor,

e-mail: TAntropova@usurt.ru

Bushuev Sergey Valentinovich

Ural State University of Railway Transport (USURT),

Chair «Automation and Telemechanics in Railway Transport»,

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,

e-mail: SBushuev@usurt.ru

Volkov Denis Vladimirovich

Ural State University of Railway Transport (USURT),

Chair «Railway Cars»,

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,

e-mail: DVolkov@usurt.ru

Kolyasov Konstantin Mikhailovich

Ural State University of Railway Transport (USURT),

Chair «Railway Cars»,

Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,

e-mail: KKolyasov@usurt.ru

УДК 629.423.1

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_209

Т. В. Волчек, Р. В. Волчек

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗДОРОВЬЯ И КОНТРОЛЯ БДИТЕЛЬНОСТИ МАШИНИСТА ЛОКОМОТИВА

Аннотация. Одной из важнейших задач Российских железных дорог является повышение уровня безопасности движения поездов, так как от этого во многом зависит эффективность перевозочного процесса. Причиной нарушения безопасности движения на железных дорогах может являться снижение бодрствования и работоспособности машиниста. В настоящее время для поддержания и контроля его активного состояния на протяжении всей поездки применяется телемеханическая система контроля бодрствования машиниста, основанная на отслеживании динамики изменения кожно-гальванической реакции человека. В статье выявлены недостатки типовой системы контроля бодрствования машиниста. Благодаря развитию цифровых технологий предлагается система диагностики здоровья и контроля бдительности машиниста на базе электронных датчиков контроля состояния организма человека (датчик ЭКГ, температуры, пульсометр, гироскоп и акселерометр), установленных в наручный браслет. Предлагаемое техническое решение позволит исключить ложные срабатывания прибора безопасности, сократить время на предрейсовый медицинский осмотр машинистов, проводить диагностику функционального состояния машинистов в пути следования, что позволит снизить риск внезапного ухудшения самочувствия в рейсе. Для подтверждения эффективности предлагаемого браслета локомотивной бригадой на участке Мариинск – Красно-

ярк проведено экспериментальное исследование, позволяющее сравнить типовую систему контроля бодрствования машиниста и работу смарт-часов, которые работают аналогично предлагаемому браслету.

Ключевые слова: безопасность, контроль бодрствования машиниста, пульсометр, кожно-гальваническая реакция, алгоритм работы.

Для цитирования: Волчек, Т. В. Разработка системы диагностики здоровья и контроля бдительности машиниста локомотива / Т. В. Волчек, Р. В. Волчек // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 209–216. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_209.

T. V. Volchek, R. V. Volchek

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR DIAGNOSTICS OF HEALTH AND CONTROL OF VIGNIANCE OF A LOCOMOTIVE ENGINEER

Abstract. One of the most important tasks of the Russian Railways is to increase the level of train safety, since the efficiency of the transportation process largely depends on this. The reason for the violation of traffic safety on the railways may be a decrease in the wakefulness and efficiency of the driver. Currently, a telemechanical system for monitoring the driver's wakefulness is used to maintain and monitor his active state throughout the trip, based on tracking the dynamics of changes in the human skin-galvanic reaction. The article reveals the shortcomings of a typical system for monitoring the driver's wakefulness. Thanks to the development of digital technologies, a system for diagnosing the health and monitoring the vigilance of the driver is offered on the basis of electronic sensors for monitoring the state of the human body (ECG sensor, temperature, heart rate monitor, gyroscope and accelerometer) installed in a wristband. The proposed technical solution will eliminate false alarms of the safety device, reduce the time for a pre-trip medical examination of drivers, diagnose the functional state of drivers en route, which will reduce the risk of sudden deterioration of well-being on the flight. To confirm the effectiveness of the proposed bracelet, the locomotive crew conducted an experimental study on the Mariinsk-Krasnoyarsk section, which allows comparing a typical driver's wakefulness monitoring system and the operation of a smartwatch that works similarly to the proposed bracelet.

Keywords: safety, driver's wakefulness monitoring, heart rate monitor, galvanic skin reaction, algorithm of operation.

For citation: Volchek, T. V. Development of a system for diagnostics of health and control of vigniance of a locomotive engineer / T. V. Volchek, R. V. Volchek // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 209–216. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_209.

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

Волчек Роман Витальевич

Институт нефти и газа (ИНИГ),
кафедра «Нефтегазовое дело»,
студент,
e-mail: romavolchek2004@gmail.com

Information about the authors

Volchek Tatiana Vitalievna

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

Volchek Roman Vitalievich

Institute of Oil and Gas (INiG),
Chair «Oil and Gas business»,
Student,
e-mail: romavolchek2004@gmail.com

А. Н. Скачков

ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО ВНЕДРЕНИЮ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ КУЗОВОВ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Аннотация. Рассматриваются существующие нормативные методы расчетно-экспериментального определения параметров изгибных колебаний кузовов пассажирских вагонов. Установлено, что при расчетах низшей частоты изгибных колебаний по формулам из нормативных документов, ее значения являются завышенными и не отражают реальное состояние изготовленных вагонов. В связи с этим был предложен и апробирован блочный метод Ланцоша со сдвигами, реализованный в программном комплексе SCAD. Кроме того, при определении расчетных значений низшей частоты изгибных колебаний рекомендовано провести корректировки редуцированных коэффициентов, используемых при определении геометрического момента инерции среднего сечения металлоконструкции кузова.

Для экспериментального определения параметров изгибных колебаний оборудованного кузова разработан способ применения комбинированного метода (возбуждение колебаний вибромашинной и сбросом груза) с вынесением воздействующих усилий на наружные поверхности кузова. В этом случае вибромашина монтируется на специальной платформе, которая крепится на концевой балке вместо ударно-тяговых устройств.

Ключевые слова: металлоконструкция кузова, параметры изгибных колебаний, габаритно-весовые параметры, нормативные значения, комбинированный метод.

Для цитирования: Скачков, А. Н. Обоснование направлений расчетно-экспериментальных работ по внедрению метода управления параметрами изгибных колебаний кузовов пассажирских вагонов / А. Н. Скачков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 217–226. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_217.

A. N. Skachkov

BASIC FUNCTIONS OF COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL WORKS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE PARAMETER MANAGEMENT METHOD OF BENDING VIBRATIONS OF PASSENGER CAR BODIES

Abstract. The paper considers existing basic functions for calculation and experimental determination parameters of bending vibrations of passenger car bodies. It has been established that when calculating the lowest frequency of bending vibrations according to the formulas from regulatory documents, its values are overestimated and do not reflect the real state of the manufactured cars. Consequently, the shifted block Lanczos method realized in SCAD was suggested and approved. Furthermore, calculating the lower bending vibration frequency parameters is recommended to be complemented by amending the reduction coefficients used in defining the geometrical moment of inertia of the cross section of the body's metalwork.

For experimental definition of the bending vibration parameters in the equipped car body, a combined method application (a vibrator and a weight drop from a certain height) with shifting the operating forces to the body's outer surface was introduced. In this case, the vibrator is installed onto a special platform which is secured at the end girder instead of draw-and-buffer gears.

Keywords: body's metalwork, bending vibration parameters, weight and size parameters, regulatory values, combined method.

For citation: Skachkov, A. N. Basic functions of computational and experimental works for the implementation of the parameter management method of bending vibrations of passenger car bodies / A. N. Skachkov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 217–226. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_217.

Сведения об авторах

Скачков Александр Николаевич
Тверской институт вагоностроения,
кандидат технических наук,
заместитель генерального директора,
технический директор,
e-mail: skachkov@tiv.ru

Information about the authors

Skachkov Alexander Nikolaevich
Tver Institute of Car Building JSC (SO TIV
JSC),
Candidate of Engineering Sciences,
Deputy General Director,
Technical Director,
e-mail: skachkov@tiv.ru

УДК 629.462.4 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_227

*Д. С. Фролова***ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВОЗДУШНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ШУМА
ВАГОНОВ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Аннотация. Во время работы дизель-генераторов внутри вагонов-электростанций возникает звуковой фон, который согласно законам распространения звука, отражается от поверхностей внутри вагона: стен, пола, перегородок, потолка. Таким образом, формируется звуковое поле на рабочих местах, местах отдыха и приема пищи, превышающее предельно допустимые значения. Для снижения уровней шума до санитарных норм в указанных помещениях, следует провести расчет системы звукоизоляции вагона-электростанции, которая должна учитывать специфику компоновки моторвагона.

Ключевые слова: дизель-генератор, звуковое поле, вагон-электростанция, звукоизоляция, источники шума, санитарные нормы.

Для цитирования: Фролова, Д. С. Теоретические зависимости воздушной составляющей шума вагонов-электростанций / Д. С. Фролова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 227–232. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_227.

*D. S. Frolova***THEORETICAL DEPENDENCES OF THE AIR COMPONENT OF THE POWER PLANTS NOISE**

Abstract. During the operation of diesel generators inside the power station cars, a sound background arise according to the laws of sound propagation is reflected from the surfaces inside the car: walls, floors, partitions, and ceilings. Furthermore, a sound field is formed at workplaces, places of rest and eating, which exceeds the maximum permissible values. To reduce noise levels to sanitary standards in these premises, it is necessary to calculate the soundproofing system of the power station car, which should take into account the specific layout of the motor car.

Keywords: diesel generator, sound field, power car, sound insulation, noise sources, sanitary standards.

For citation: Frolova, D. S. Theoretical dependences of the air component of the power plants noise / D. S. Frolova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 227–232. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_227.

Сведения об авторах

Фролова Дарья Сергеевна
Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),
кафедра «Основы проектирования машин»,
ассистент,
e-mail: gds_rek@rgups.ru

Information about the authors

Frolova Daria Sergeevna
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Fundamentals of Machine Design»,
Assistant,
e-mail: gds_rek@rgups.ru

С. Г. Шантаренко, С. В. Савинкин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ ЭЛЕКТРОВЗОВ ПРИ ВОЖДЕНИИ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ПОЕЗДОВ

Аннотация. С появлением грузовых электровозов новых серий на полигоне Западно-Сибирской, Свердловской, Южно-Уральской железных дорог была решена проблема тяжеловесного движения по вождению поездов массой 7000–9000 т одним двухсекционным электровозом на участках со сложным профилем. При следовании таких поездов по лимитирующим подъёмам необходима реализация тяговым приводом максимально возможной касательной силы тяги, что приводит к предельным по сцеплению режимам его работы. Более того наблюдается тенденция к повышению интенсивности износа бандажей колесных пар и снижению их ресурса.

Рассматриваются влияние относительного скольжения на формирование энергетических затрат в пятне контакта между бандажом и рельсом и возможность определения величины относительного скольжения на основе анализа файлов микропроцессорной системы управления и диагностики.

На основе энергетического критерия износа материала бандажей колесных пар получены формулы для оценки износа и расчёта энергии, необходимой для формирования фрикционного контакта в системе «колесо – рельс». Исследовано влияние количества движущих осей локомотива на ресурс бандажей колесных пар. Даны рекомендации по вождению тяжеловесных поездов.

Ключевые слова: контакт «колесо – рельс», относительное скольжение, упругие деформации, пластические деформации, сила сцепления, энергетические затраты, объём изношенного материала.

Для цитирования: Шантаренко, С. Г. Повышение эффективности эксплуатации грузовых электровозов при вождении тяжеловесных поездов / С. Г. Шантаренко, С. В. Савинкин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 233–238. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_233.

S. G. Shantarenko, S. V. Savinkin

INCREASING THE OPERATION EFFICIENCY OF THE ELECTRIC FREIGHT LOCOMOTIVES FOR DRIVING HEAVY TRAINS

Abstract. The paper proposed the solution with the advent of the freight electric locomotives of new series at the range of the West Siberian, Sverdlovsk, South Ural Railways and the problem of heavy traffic for driving trains weighing 7000–9000 tons with one two-section electric locomotive on sections with a complex profile. When such trains follow limiting ascents, it is necessary to implement the maximum possible tangential traction force by the traction drive, which leads to the limiting modes of its operation in terms of adhesion. Moreover, there is a tendency to increase the intensity of wear of wheel pair tires and reduce their resource.

It is considered the influence of the relative slip on the formation of energy costs in the contact patch between the shroud and the rail and the possibility of determining the value of the relative slip based on the analysis of the files of the microprocessor control and diagnostic system.

On the basis of the energy criterion of wear of the wheel pair tyres, formulas have been obtained for assessing wear and calculating the energy required to form frictional contact in the wheel-rail system. The influence of the number of driving axles of the locomotive on the resource of wheel pair tires has been studied. Recommendations for driving heavy trains are given.

Keywords: wheel-rail contact, relative slip, elastic deformations, plastic deformations, adhesion force, energy costs, volume of worn material.

For citation: Shantarenko, S. G. Increasing the operation efficiency of the electric freight locomotives for driving heavy trains / S. G. Shantarenko, S. V. Savinkin // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 233–238. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_233.

Сведения об авторах**Шантаренко Сергей Георгиевич**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: nauka@omgups.ru

Савинкин Сергей Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава»,
аспирант,
e-mail: syava-sv@yandex.ru

Information about the authors**Shantarenko Sergey Georgievich**

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Technologies of Transport Engineering and Rolling Stock Repair»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: nauka@omgups.ru

Savinkin Sergey Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Technologies of Transport Engineering and Rolling Stock Repair»,
Postgraduate Student,
e-mail: syava-sv@yandex.ru

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ И ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 621.316.99 : 621.331

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_239

*П. В. Алексева, К. В. Авдеева***РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАЩИТНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Аннотация. Рассмотрена разработка регрессионных моделей для потенциалов дренажных установок заземляющих устройств тяговой подстанции и трубопровода с целью поддержания защитных потенциалов подземных сооружений в зоне защиты. Для достижения данной цели произведен расчет потенциалов тяговой подстанции и трубопровода в зависимости от изменения сопротивления дренажных установок. С помощью пакета MathCad определены коэффициенты регрессионных уравнений и значения степеней, в которые вводятся факторы. Проверка результатов проведена с помощью сравнения расчетного критерия Фишера с табличным. На основании полученных данных приведен пример расчета потенциалов в конкретной координате. Полученная в результате разработки информация позволит в режиме реального времени управлять потенциалами подземных металлических сооружений, поддерживая их в зоне защиты.

Ключевые слова: регрессионный анализ, защитный потенциал, заземляющее устройство, металлическое подземное сооружение, дренажная установка, коррозия, трубопровод.

Для цитирования: Алексева, П. В. Разработка математической модели защитных потенциалов металлических подземных сооружений с учетом влияния электрифицированного железнодорожного транспорта / П. В. Алексева, К. В. Авдеева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 239–246. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_239.

*P. V. Alekseeva, K. V. Avdeeva***DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL TO MAINTAIN THE PROTECTIVE POTENTIALS OF METAL UNDERGROUND STRUCTURES TAKING INTO ACCOUNT**

THE INFLUENCE OF ELECTRIFIED RAILWAY TRANSPORT

Abstract. The article is devoted to the development of regression models for the potentials of drainage installations of grounding devices of a traction substation and a pipeline in order to maintain the protective potentials of underground structures in the protection zone. Based on the data obtained, an example of calculating potentials in a specific coordinate is given.

Keywords: regression analysis, protective potential, grounding device, metal underground structure, drainage installation, corrosion, pipeline.

For citation: Alekseeva, P. V. Development of a mathematical model to maintain the protective potentials of metal underground structures taking into account the influence of the electrified railway transport / P. V. Alekseeva, K. V. Avdeeva // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 239–246. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_239.

Сведения об авторах

Алексеева Полина Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
Кафедра «Электроснабжение
железнодорожного транспорта»,
аспирант,
e-mail: alexeevka@mail.ru

Авдеева Ксения Васильевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
кафедра «Телекоммуникационные,
радиотехнические системы и сети»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: avdeeva_kv@mail.ru

Information about the author

Alekseeva Polina Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair “Power Supply of Railway Transport”,
Postgraduate student,
e-mail: alexeevka@mail.ru

Avdeeva Kseniya Vasilevna

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Telecommunication, Radio Engineering
Systems and Networks»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: avdeeva_kv@mail.ru

УДК 532 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_247

*В. И. Куштин, С. Е. Турчик, П. Н. Щербак***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВОК В ДАЛЬНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ
ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

Аннотация. Среды, сквозь которые проходит электромагнитное излучение, используемое для определения дальностей, обладают различными характеристиками. Последние оказывают влияние на скорость распространения электромагнитных волн и, соответственно, на точность вычислений. Влияние атмосферы на задержку радиосигнала является актуальной проблемой, решение которой в настоящее время ограничивается в основном вычислением поправок в дальности с применением различных моделей атмосферы.

В данной работе предлагается решение задачи определения поправок в измеренные дальности по известным параметрам атмосферы только в начальной и конечной точках траектории электромагнитных волн.

Ключевые слова: атмосфера, задержка радиосигнала, поправки в дальности, модели атмосферы, электромагнитные волны.

Для цитирования: Куштин, В. И. Определение поправок в дальности при измерениях электрооптическими системами / В. И. Куштин, С. Е. Турчик, П. Н. Щербак // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 247–255. – DOI 10.46973/0201–727X_2022_4_247.

V. I. Kushtin, S. E. Turchik, P. N. Shcherbak

DETERMINATION OF THE DISTANCE CORRECTIONS IN MEASUREMENTS BY ELECTRO-OPTICAL SYSTEMS

Abstract. The spaces through which electromagnetic radiation passes, used to determine ranges, have different characteristics. The latter have an impact on the speed of propagation of electromagnetic waves and, accordingly, on the calculation accuracy. The influence of the atmosphere on the delay of the radio signal is an urgent problem, the solution of which is currently limited mainly to the calculation of range corrections using various atmospheric models.

In this paper, the authors propose a solution to the problem of determining corrections to the measured ranges from the known parameters of the atmosphere only at the initial and final points of the electromagnetic waves' trajectory.

Keywords: atmosphere, radio signal delay, range corrections, atmospheric models, electromagnetic waves.

For citation: Kushtin, V. I. Determination of the distance corrections in measurements by electro-optical systems / V. I. Kushtin, S. E. Turchik, P. N. Shcherbak // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 4. – P. 247–255. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_4_247.

Сведения об авторах

Куштин Владимир Иванович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: ips@rgups.ru

Турчик Светлана Евгеньевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог»,
ассистент,
e-mail: ips@rgups.ru

Щербак Петр Николаевич

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

Information about the authors

Kushtin Vladimir Ivanovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Research, Design and Construction of Railways»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: ips@rgups.ru

Turchik Svetlana Evgenievna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Research, Design and Construction of Railways»,
Lecturer,
e-mail: ips@rgups.ru

Shcherbak Peter Nikolayevich

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