

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 62-592 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_8

*И. А. Яицков, П. А. Поляков, Р. С. Тагиев*

## ОЦЕНКА УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТОРМОЗНОГО ДИСКА

**Аннотация.** Рассмотрены результаты испытаний на усталость материала тормозного диска. С целью определения причины появления микротрещин при термической усталости был проведен анализ контактного давления и термического напряжения. На основе этих результатов получена линейная зависимость между изменениями температуры и напряжения, оценка остаточного ресурса тормозного диска была выполнена с использованием полученной линейной зависимости.

**Ключевые слова:** тормозной диск, усталостная прочность, термические напряжения, температура, контактное давление.

**Для цитирования** Яицков, И. А. Оценка усталостной долговечности тормозного диска / И. А. Яицков, П. А. Поляков, Р. С. Тагиев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 8–16. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_8.

*I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov, R. S. Tagiev*

## EVALUATION OF THE FATIGUE LIFE OF THE BRAKE DISC

**Abstract.** The brake disc must have high resistance to many factors: corrosion resistance, friction, high temperatures, sudden temperature changes, etc. After prolonged use, the brake disc can be seriously damaged due to thermal fatigue cracks that form on its friction surface. In this article, fatigue tests of the brake disc material are considered. In addition, to determine the cause of thermal fatigue micro cracks, an analysis of contact pressure and thermal stress was carried out. Based on these results, a linear relationship between temperature and voltage changes was obtained and the residual life of the brake disc was estimated using it.

**Keywords:** brake disc, fatigue strength, thermal stresses, temperature, contact pressure.

**For citation:** Yaitskov, I. A. Evaluation of the fatigue life of the brake disc / I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov, R. S. Tagiev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 8–16. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_8.

## 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

**Тагиев Руслан Суфудинович**

Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ),  
кафедра «Транспортные процессы и технологические комплексы»,  
старший преподаватель,  
e-mail: usytagiev@mail.ru

**Tagiev Ruslan Sufadinovich**

Kuban State Technological University (KubSTU),  
Chair «Transport Processes and Technological Complexes»,  
Senior Lecturer,  
e-mail: usytagiev@mail.ru

УДК 674.05 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_17

*Н. М. Яицкова***ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШУМА ТОКАРНЫХ АВТОМАТОВ  
ПРОДОЛЬНОГО ТОЧЕНИЯ И МНОГОРЕЗЦОВЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ**

**Аннотация.** Рассматривается подход к определению уровней звукового давления источников шума, которые имеются на токарных автоматах продольного точения и многорезцовых полуавтоматах при таких технологических операциях, как продольное наружное точение, прорезка пазов и нарезание резьбы резцом. Данный подход отличается тем, что в инженерном расчете учитываются собственные частоты колебаний режущего инструмента и материал, из которого изготовлена обрабатываемая деталь.

**Ключевые слова:** токарный автомат продольного точения, источники шума, акустические модели, санитарные нормы, собственные частоты колебаний.

**Для цитирования:** Яицкова, Н. М. Теоретические исследования шума токарных автоматов продольного точения и многорезцовых полуавтоматов / Н. М. Яицкова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 17–21 – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_17.

*N. M. Yaitskova***THEORETICAL STUDIES OF THE NOISE OF AUTOMATIC LATHES  
LONGITUDINAL TURNING AND MULTI-CUTTER SEMI-AUTOMATIC MACHINES**

**Annotation.** Metal-cutting machines are designed for processing a variety of surfaces by removing chips from the workpiece with a cutting tool. The article discusses an approach to determining the sound pressure levels of noise sources that are available on lathes of longitudinal turning and multi-cutting semi-automatic machines for such technological operations, longitudinal external turning, slotting and threading with a cutter. This approach is different in that the engineering calculation takes into account the natural vibration frequencies of the cutting tool and the material from which the machined model is made.

**Keywords:** automatic lathe of longitudinal turning; noise sources, acoustic models, sanitary standards, natural vibration frequencies.

**For citation:** Yaitskova, N. M. Theoretical studies of the noise of automatic lathes longitudinal turning and multi-cutter semi-automatic machines / N. M. Yaitskova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 17–21 – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_17.

**Сведения об авторах****Яицкова Наталья Михайловна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
ведущий инженер научно-производственного центра «Охрана труда»,  
e-mail: yia\_nis@rgups.ru

**Information about the authors****Yaitskova Natalya Mikhailovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Leading Engineer, Research and Production Center «Labor Protection»,  
e-mail: yia\_nis@rgups.ru

## ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 629.463.3 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_22

*А. А. Колесников, М. Ю. Сербиновский, В. Е. Доценко***ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ НА БАЗЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ЭВОЛЮЦИОННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖАТЫХ ИЛИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ**

**Аннотация.** Задача параметрической многокритериальной оптимизации конструкций сосуда вагона-цистерны для перевозки сжатых или сжиженных газов решена на базе генетического алгоритма сканирования пространства проектирования. Выбор оптимальных геометрических параметров цистерны является важной предпосылкой для обеспечения технико-экономической эффективности мультимодальных перевозок с обеспечением предельных заданных осевых и погонных нагрузок. Оптимизация конструктивных параметров базовой конструкции цистерны позволяет увеличить жесткость конструкции и снизить материалоемкость.

**Ключевые слова:** сосуд, железнодорожная цистерна, автоцистерна, параметрическая оптимизация, генетический алгоритм.

**Для цитирования:** Колесников, А. А. Параметрическая оптимизация конструкции на базе генетического алгоритма эволюционных вычислений цистерны для перевозки сжатых или сжиженных газов / А. А. Колесников, М. Ю. Сербиновский, В. Е. Доценко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 22–28. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_22.

*A. A. Kolesnikov, M. Yu. Serbinovsky, V. E. Dotsenko***PARAMETRIC OPTIMIZATION OF THE DESIGN BASED ON THE GENETIC ALGORITHM FOR EVOLUTIONARY CALCULATIONS OF A TANK FOR TRANSPORTATION OF COMPRESSED OR LIQUEFIED GASES**

**Abstract.** The problem of parametric multicriteria optimization of the tank vessel structures for the transportation of the compressed or liquefied gases is solved on the basis of a genetic algorithm for scanning the design space. The choice of the optimal geometric tank parameters is an important prerequisite for ensuring the technical and economic efficiency of multimodal transportation with the provision of the maximum specified axial and linear loads. Optimization of the design parameters of the basic tank design allows you to increase the rigidity of the structure and reduce the consumption of materials.

**Keywords:** vessel, railway tank, tank truck, parametric optimization, genetic algorithm.

**For citation:** Kolesnikov, A. A. Parametric optimization of the design based on the genetic algorithm for evolutionary calculations of a tank for transportation of compressed or liquefied gases / A. A. Kolesnikov, M. Yu. Serbinovsky, V. E. Dotsenko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 22–28 DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_22.

**Сведения об авторах**

**Колесников Андрей Александрович**  
Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Основы проектирования машин»,  
аспирант,  
e-mail: a@gnu.myftp.org

**Information about the authors**

**Kolesnikov Andrey Alexandrovich**  
Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Machine Design Fundamentals»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: a@gnu.myftp.org

**Сербиновский Михаил Юрьевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Основы проектирования машин»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: serb-m@mail.ru

**Serbinovsky Mikhail Yurievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Machine Design Fundamentals»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: serb-m@mail.ru

**Доценко Валерий Евгеньевич**

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

**Dotsenko Valery Evgenievich**

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

УДК 629.423.028.1 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_29

*А. Ш. Мустафин***ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРНЫМ ТЯГОВЫМ ПРИВОДОМ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОВЗОВ**

**Аннотация.** В ходе заводского ремонта разработан комплекс научно обоснованных технических решений по модернизации многодвигательного тягового привода грузовых электровозов семейства «Ермак», направленных на повышение энергетической эффективности. В результате достигается сокращение удельного расхода электроэнергии в режиме тяги с обеспечением надежности и работоспособности коллекторных тяговых двигателей.

**Ключевые слова:** грузовой электровоз переменного тока, энергетическая эффективность, электромеханические процессы, особенности практической реализации, компьютерное моделирование.

**Для цитирования:** Мустафин, А. Ш. Особенности практической реализации энергосберегающих алгоритмов управления коллекторным тяговым приводом магистральных электровозов / А. Ш. Мустафин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 29–41. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_29.

A. Sh. Mustafin

**FEATURES OF THE PRACTICAL IMPLEMENTATION OF ENERGY-SAVING ALGORITHMS FOR CONTROL OF THE COLLECTOR TRACTION DRIVE OF THE MAIN LINE ELECTRIC LOCOMOTIVES**

**Abstract.** A set of scientifically based technical solutions has been developed for the modernization of the multi-engine traction drive of freight electric locomotives of the Yermak type during factory repairs, aimed at increasing energy efficiency.

As a result, a reduction in the specific consumption of electricity in the traction mode will be achieved while ensuring the reliability and performance of collector traction motors.

**Keywords** AC freight electric locomotive, energy efficiency, practical implementation features, computer simulation.

**For citation:** Mustafin, A. Sh. Features of the practical implementation of energy-saving algorithms for control of the collector traction drive of the main line electric locomotives / A. Sh. Mustafin // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 29–41. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_29.

**Сведения об авторах**

**Мустафин Адел Шамильевич**  
Ростовский государственный университет  
путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Тяговый подвижной состав»,  
соискатель учёной степени,  
e-mail: mustafinash@locotech.ru

**Information about the authors**

**Mustafin Adel Shamilyevich**  
Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Traction Rolling Stock»,  
Degree Candidate,  
e-mail: mustafinash@locotech.ru

УДК 504 : 629.41 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_42

*В. А. Финоченко***АНАЛИЗ ЭКОЗАЩИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
НА СТАНЦИЯХ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛОКОМОТИВНЫХ ДЕПО**

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы, связанные с химическим и физическим загрязнением окружающей среды на станциях реостатных испытаний локомотивных депо. Приводится анализ экозащитных технологий, в результате которого предлагается создание звукопоглощающих ангаров с комбинированными системами вытяжки и дальнейшей очистки вредных выбросов отработавших газов.

**Ключевые слова:** загрязнение окружающей среды, станции реостатных испытаний, локомотивные депо, экозащитные технологии.

**Для цитирования:** Финоченко, В. А. Анализ экозащитных технологий на станциях реостатных испытаний локомотивных депо / В. А. Финоченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 42–47. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_42.

*V. A. Finochenko***AN ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES  
AT THE RHEOSTAT TESTS STATIONS OF THE LOCOMOTIVE MARSHALLING YARDS**

**Abstract.** The paper deals with issues related to chemical and physical pollution of the environment at the rheostat tests` stations of locomotive marshaling yards. It is given an analysis of the environmental protection as a result of which it is proposed to create sound-absorbing hangars with combined exhaust systems and further purification of harmful exhaust gases.

**Keywords:** environmental pollution, rheostat test stations, locomotive marshaling yards, environmental protection technologies.

**For citation:** Finochenko, V. A. An analysis of the environmental technologies at the rheostat tests stations of the locomotive marshaling yards / V. A. Finochenko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 42–47. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_42.

**Сведения об авторах**

**Финоченко Виктор Анатольевич**  
Ростовский государственный университет путей  
сообщения (РГУПС),  
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,  
доктор технических наук, профессор,  
декан энергетического факультета,  
e-mail: fin@rgups.ru

**Information about the authors**

**Finochenko Victor Anatolievich**  
Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Health and Safety»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Dean of Power Supply Department,  
e-mail: fin@rgups.ru

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
АВТОМАТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

УДК 629.42 : 656.25 : 004.04 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_48

*С. В. Соколов, А. Л. Охотников, А. В. Костюков, О. И. Соколова***СТОХАСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В БОРТОВЫХ  
НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЛОКОМОТИВОВ**

**Аннотация.** Традиционные методы обработки спутниковых измерений построены на использовании или метода наименьших квадратов в разных вариантах, или при известной модели движения объекта – различных модификаций фильтра Калмана. При этом калмановский подход оказывается точнее, т.к. учитывает динамику движения объекта и предысторию оценок, но при этом его существенным недостатком является необходимость априорного знания математической модели движения подвижного объекта. В связи с этим предлагается новый подход к оценке навигационных параметров локомотива по спутниковым измерениям, с одной стороны – учитывающий динамический характер параметров движения и предысторию оценок, а с другой – свободный от ограничения в виде точного знания уравнений движения локомотива. Эффективность рассмотренного подхода по сравнению с существующими традиционными методами обработки спутниковых измерений характеризуется простотой и невысокой размерностью полученных алгоритмов.

**Ключевые слова:** спутниковые измерения, навигационные параметры, фильтр Калмана, навигационная система локомотива, нелинейная фильтрация.

**Для цитирования:** Стохастическая обработка спутниковых измерений в бортовых навигационных системах локомотивов / С. В. Соколов, А. Л. Охотников, А. В. Костюков, О. И. Соколова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 48–54. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_48.

*S. V. Sokolov, A. L. Okhotnikov, A. V. Kostyukov, O. I. Sokolova***STOCHASTIC PROCESSING OF SATELLITE MEASUREMENTS IN ON-BOARD NAVI-  
GATION SYSTEMS OF LOCOMOTIVES**

**Abstract:** Traditional methods of processing satellite measurements are based on the use of either the least squares method in different variants, or with a known model of object motion it is one of various modifications of the Kalman filter. At the same time, the Kalman approach turns out to be more accurate, since it takes into account the dynamics of the object's motion and the prehistory of estimates, but its significant disadvantage is the need for a priori knowledge of the equations of motion of the object. In this regard, a new approach to the evaluation of the navigation parameters of a locomotive from satellite measurements is proposed, on the one hand, taking into account the dynamic nature of the motion parameters and the history of the estimates, and on the other, free from the restriction in the form of accurate knowledge of the equations of motion of the locomotive. The effectiveness of the considered approach in comparison with the existing traditional methods of processing satellite measurements is illustrated by the results of numerical modeling.

**Keywords:** satellite measurements, navigation parameters, Kalman filter, locomotive navigation system, nonlinear filtering.

**For citation:** Stochastic processing of satellite measurements in on-board navigation systems of locomotives / S. V. Sokolov, A. L. Okhotnikov, A. V. Kostyukov, O. I. Sokolova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 48–54. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_48.

**Сведения об авторах****Соколов Сергей Викторович**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»),  
главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: s.v.s.888@yandex.ru

**Охотников Андрей Леонидович**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»),  
руководитель Центра стратегического развития,  
e-mail: a.ohotnikov@vniias.ru

**Костюков Александр Владимирович**

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

**Соколова Ольга Ивановна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вычислительной техники и автоматизированных систем управления»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: sok-ol@yandex.ru

**Information about the authors****Sokolov Sergey Viktorovich**

Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC «NIAS»),  
Chief Researcher, Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: s.v.s.888@yandex.ru

**Okhotnikov Andrey Leonidovich.**

Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC «NIAS»),  
Head of Center for Strategic Development,  
e-mail: a.ohotnikov@vniias.ru

**Kostyukov Alexander Vladimirovich**

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

**Sokolova Olga Ivanovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Computer Engineering and Automated Control Systems»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: sok-ol@yandex.ru

**ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ И ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**

УДК 330.4 : 658.788.5 : 625.144

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_55

*В. В. Анисимов, Е. В. Сазанова***ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСТАВОК ПРОДУКЦИИ ЗВЕНОСБОРОЧНЫХ БАЗ НА УЧАСТКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНО-ПУТЕВЫХ РАБОТ**

**Аннотация.** В работе представлены варианты постановки задачи оптимизации поставок продукции звеносборочных баз на участки выполнения ремонтно-путевых работ в зависимости от учитываемого плеча перемещения продукции, начиная от поставщиков комплектующих для сборки звеньев рельсошпальной решетки или стрелочных переводов и заканчивая участками непосредственного выполнения ремонтов. Для каждого варианта постановки задачи предложены содержательная и математическая постановки, а также условия, ограничения и методики решения. В качестве критерия оптимизации для каждого варианта как основной предложен более общий экономический критерий, но при этом даются рекомендации по его упрощению и приведению к техническому характеру – минимизации расстояния поставки. В условиях и ограничениях задачи не учитывается фактор изменения количества или мощности баз, поэтому рекомендуется применять предложенные варианты на краткосрочную или среднесрочную перспективу – горизонт планирования сборки и поставки продукции от одного года до трех – пяти лет. В основу методик решения каждого варианта заложены классические и устоявшиеся методы решения оптимизационных задач на графах: поиск кратчайшего

пути и транспортная задача. Практическая реализация предложенных вариантов постановки и решения задачи позволит эффективно формировать оптимальные планы поставок продукции звеносборочных баз на участки выполнения ремонтно-путевых работ.

**Ключевые слова:** оптимизация поставок, звеносборочная база, ареал потребления, транспортная задача, ремонтно-путевые работы.

**Для цитирования:** Анисимов, В. В. Постановка задачи оптимизации поставок продукции звеносборочных баз на участки выполнения ремонтно-путевых работ / В. В. Анисимов, Е. В. Сазанова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 55–65. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_55.

*V. V. Anisimov, E. V. Sazanova*

## AN OBJECTIVE OF THE SUPPLY OPTIMIZATION PROBLEM OF THE ASSEMBLY BASES' PRODUCTS LINK AT RAILWAY REPAIR SITES

**Abstract.** The paper presents options for statement of the supply optimization problem of the assembly bases' products link to areas of consumption for performing repair and track work, depending on the considered shoulder for moving products, starting from suppliers of components for assembling rail-sleeper links or turnouts and ending with areas for direct repairs. The problem statement, a substantive and mathematical statement, as well as conditions, restrictions, and solution methods are proposed for each variant of the problem. As an optimization criterion for each option economic criterion (more general) is proposed as the main one. But recommendations for simplifying this criterion and bringing it to a technical nature – to the delivery distance minimization criterion – are given. The conditions and limitations of the task do not take into account the factor of changing the number or capacity of bases, therefore it is recommended to apply the proposed options for the short or medium term – the planning horizon for assembly and delivery of products from one year to three to five years. The methods for solving each option are based on classical and well-established methods for solving optimization problems on graphs: the search for the shortest path and the transport problem. The practical implementation of the proposed options for setting and solving the problem will make it possible to effectively form optimal plans for the supply of products from link assembly bases to areas for performing repair and track work.

**Keywords:** supply optimization, link assembly base, area of consumption, transport task, repair and track work.

**For citation:** Anisimov, V. V. An objective of the supply optimization problem of the assembly bases' products link at railway repair sites / V. V. Anisimov, E. V. Sazanova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 55–65. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_55.

### Сведения об авторах

#### **Анисимов Владимир Викторович**

Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС),  
кафедра «Информационные технологии и системы»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: avv@anis.khv.ru

#### **Сазанова Екатерина Владимировна**

Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС),  
кафедра «Информационные технологии и системы»,  
аспирант, старший преподаватель,  
e-mail: anysia.khv@mail.ru

### Information about the authors

#### **Anisimov Vladimir Viktorovich**

Far Eastern State Transport University (FESTU),  
Chair «Information Technologies and Systems»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,  
e-mail: avv@anis.khv.ru

#### **Sazanova Ekaterina Vladimirovna**

Far Eastern State Transport University (FESTU),  
Chair «Information Technologies and Systems»,  
Postgraduate, Senior Lecturer,  
e-mail: anysia.khv@mail.ru

*Р. В. Гучинский*

## ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ПУТЕОЧИСТИТЕЛЯ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

**Аннотация.** Рассмотрено применение различных диаграмм нелинейного деформирования материала при расчете прочности путеочистителя. Показано, что коэффициенты запаса прочности при использовании линейной и нелинейной модели материала отличаются в 2–4 раза, что приводит к неопределенности оценки прочности. При учете нелинейного поведения материала локальные упругопластические деформации могут достигать 2 %, при этом условие прочности по допускаемым напряжениям оказывается выполненным. Получено, что использование билинейной аппроксимации диаграммы деформирования приводит к отличиям значений напряжений не более 5 % в сравнении с результатами по истинной диаграмме деформирования. Показано, что при допускаемых напряжениях выше предела текучести целесообразно использовать деформационный критерий прочности. Для обеспечения консервативных оценок прочности рекомендуется использовать диаграмму с минимальным наклоном участка упрочнения (например, диаграмму Прандтля) с установленными допускаемыми деформациями около 1 %, что позволит установить запас по отношению к предельному равномерному остаточному удлинению большинства конструкционных сталей. Для адекватной оценки прочности по допускаемым напряжениям необходимо рассматривать расчетную схему с учетом податливости кронштейнов крепления путеочистителя к кузову.

**Ключевые слова:** прочность, путеочиститель, нелинейное деформирование, деформационный критерий, метод конечных элементов.

**Для цитирования:** Гучинский, Р. В. Оценка прочности путеочистителя при статическом нагружении / Р. В. Гучинский // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 66–74. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_66.

*R. V. Guchinsky*

## STATIC STRENGTH ASSESSMENT OF THE TRACK CLEANER

**Abstract.** Using of various nonlinear stress-strain curves is discussed for the calculation of the track cleaner strength. It is shown that the safety factors when using a linear and non-linear material model differ by 2–4 times, which leads to an uncertainty in the strength assessment. When the material nonlinearity is taken into account, local elastoplastic deformations can reach 2 %, and the strength criterion for allowable stresses is satisfied. It has been found that the using of a bilinear stress-strain curve leads to differences in stress values of no more than 5 % in comparison with the results obtained by the true stress-strain curve. It is shown that using the strain criterion is preferable at allowable stresses above the yield strength. To get conservative strength estimates, it is recommended to use a curve with a minimum strain hardening (for example, the Prandtl approximation) with allowable strain of about 1 %, which allows you to set a reserve to the ultimate uniform strain of most structural steels. For an adequate strength assessment using allowable stresses, it is necessary to consider the design scheme, taking into account the compliance of the brackets for attaching the track cleaner to the body.

**Keywords:** strength, track cleaner, nonlinear straining, strain criterion, finite element method.

**For citation:** Guchinsky, R. V. Static strength assessment of the track cleaner / R. V. Guchinsky // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 66–74. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_66.

**Сведения об авторах****Гучинский Руслан Валерьевич**

ООО «ТМХ Инжиниринг»,  
бюро кузовов,  
эксперт,  
Институт проблем машиноведения РАН  
(ИПМаш РАН),  
лаборатория прикладных исследований,  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник,  
e-mail: ruslan239@mail.ru

**Information about the authors****Guchinsky Ruslan Valerievich**

TMH Engineering Ltd,  
Carbody Bureau,  
Expert,  
Institute for Problems of Mechanical Engineering  
RAS (IPME RAS),  
Applied Research Laboratory,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Senior Research Officer,  
e-mail: ruslan239@mail.ru

УДК 625.14 : 621.311 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_75

*В. В. Карпачевский, В. В. Шубитидзе, Е. В. Корниенко, А. Н. Опацких, В. С. Новакович*

**РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ В КРИВЫХ ЭНЕРГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЕЗДОВ**

**Аннотация.** В статье произведен расчет бесстыкового пути на устойчивость энергетическим методом в кривых участках пути с учетом воздействия поездов. По результатам расчета сделан вывод, что на оценку условий устойчивости оказывает большее влияние не стрела изгиба, а скорость ее роста. Даны рекомендации по корректировке нормативных требований.

**Ключевые слова:** расчет устойчивости, бесстыковой путь, энергетический метод, воздействие поездов, кривые участки, скорость роста стрелы, установленная температура.

**Для цитирования:** Расчет устойчивости бесстыкового пути в кривых энергетическим методом с учетом воздействия поездов / В. В. Карпачевский, В. В. Шубитидзе, Е. В. Корниенко, А. Н. Опацких, В. С. Новакович // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 75–80. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_75.

*V. V. Karpachevsky, V. V. Shubitidze, E. V. Kornienko, A. N. Opatskikh, V. S. Novakovich*

**CALCULATION OF THE STABILITY OF A JOINTLESS TRACK IN CURVES BY THE ENERGY METHOD DUE TO THE IMPACT OF TRAINS**

**Abstract.** The research lives calculations of the jointless track for stability by the energy method in curved sections of the track due to the impact of trains. Based on the results of the calculation, it has concluded that the assessment of the stability conditions has been effected not by the bending boom, but by the speed of its growth. It is given recommendations on the adjustment of the regulatory requirements.

**Keywords:** stability calculation, jointless track, energy method, impact of trains, curved sections, boom growth rate, set temperature.

**For citation:** Calculation of the stability of a jointless track in curves by the energy method due to the impact of trains / V. V. Karpachevsky, V. V. Shubitidze, E. V. Kornienko, A. N. Opatskikh, V. S. Novakovich // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 75–80. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_75.

**Сведения об авторах****Карпачевский Вячеслав Вадимович**

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

**Шубитидзе Виктория Викторовна**

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

**Корниенко Елена Владимировна**

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

**Опатских Анастасия Николаевна**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Изыскание и проектирование железных дорог»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: ips@rgups.ru

**Новиков Василий Сергеевич**

Ростовский центр диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры – структурное подразделение Дирекции диагностики и мониторинга инфраструктуры – структурного подразделения Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД»,  
инженер 2-й категории,  
e-mail: pph@rgups.ru

**Information about the authors****Karpachevsky Vyacheslav Vadimovich**

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

**Shubitidze Victoria Viktorovna**

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

**Kornienko Elena Vladimirovna**

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

**Opatskikh Anastasia Nikolayevna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Survey and Design of Railroads»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: ips@rgups.ru

**Novakovich Vasily Sergeevich**

Rostov Center for Diagnostics and Monitoring of Infrastructure Devices,  
Structural Subdivision of the Directorate for Diagnostics and Monitoring of Infrastructure,  
Structural Subdivision of the Central Directorate of Infrastructure - Branch of the Russian Railways,  
2-nd Category Engineer,  
e-mail: pph@rgups.ru

**ТРАНСПОРТНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

УДК 536.27 : 662.987 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_81

*А. В. Муравьев, С. В. Старовойтов, Г. Н. Мартыненко, Н. Н. Кожухов, Д. А. Прутских***МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В СПИРАЛЕВИДНОЙ ТРУБКЕ С КОЛЬЦЕВЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ**

**Аннотация.** Представлены результаты исследования различных режимов работы спиралевидного канала в виде трубы с накатанными турбулизаторами. Анализ результатов моделирования показывает, что интенсивность теплообмена в такой трубке выше по сравнению с подобной гладкой трубкой. Получены поля скоростей, давлений и температур, позволяющих оценить влияние турбулизаторов на теплогидравлические характеристики.

**Ключевые слова:** спираль, змеевик, интенсификация, теплообмен.

**Для цитирования:** Моделирование теплообмена в спиралевидной трубке с кольцевыми турбулизаторами / А. В. Муравьев, С. В. Старовойтов, Г. Н. Мартыненко

[и др.]. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 81–89. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_2\_81.

*A. V. Muravyov, S. V. Starovoytov, G. N. Martynenko, N. N. Kozhukhov, D. A. Prutskikh*

### **MODELING OF HEAT AND MASS TRANSFER IN A SPIRAL TUBE WITH ANNULAR TURBULATORS**

**Abstract.** The paper presents the results of a study of various modes of operation of a spiral channel in the form of a pipe with rolled turbulators. The analysis shows that the intensity of heat transfer in such a tube is higher compared to a similar smooth tube. The fields of velocities, pressures and temperatures are obtained, which allow us to assess the effect of turbulence on thermal and hydraulic characteristics.

**Keywords:** spiral, coil, intensification, heat exchange.

**For citation:** Muravyov A. V. Modeling of heat and mass transfer in a spiral tube with ring turbulators / A. V. Muravyov, S. V. Starovoytov, G. N. Martynenko, N. N. Kozhukhov, D. A. Prutskikh // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya – 2022. – No. 2. – P. 81–89. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_2\_81.

#### **Сведения об авторах**

##### **Муравьев Анатолий Викторович**

Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС),  
кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: nix2001@yandex.ru

##### **Старовойтов Сергей Вадимович**

Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС),  
кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: se.starovoytov@yandex.ru

##### **Мартыненко Галина Николаевна**

Воронежский государственный технический университет (ВГТУ),  
кафедра «Теплогазоснабжения и нефтегазового дела»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: glen2009@mail.ru

##### **Кожухов Николай Николаевич**

Воронежский государственный технический университет (ВГТУ),  
кафедра «Теоретической и промышленной теплоэнергетики»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: k0zhukhov@yandex.ru

##### **Прутских Дмитрий Александрович**

Воронежский государственный технический университет (ВГТУ),  
кафедра «Теоретической и промышленной теплоэнергетики»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: dd12v71t@yandex.ru

#### **Information about the authors**

##### **Muravyov Anatoly Viktorovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Heat power engineering at railway transport»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: nix2001@yandex.ru

##### **Starovoytov Sergey Vadimovich**

Rostov State Transport University (RSUPS),  
Chair «Heat power engineering at railway transport»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,  
e-mail: se.starovoytov@yandex.ru

##### **Martynenko Galina Nikolaevna**

Voronezh State Technical University (VGTU),  
Chair "Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business",  
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,  
e-mail: glen2009@mail.ru

##### **Kozhukhov Nikolay Nikolaevich**

Voronezh State Technical University (VGTU),  
Chair "Theoretical and Industrial Heat Power Engineering",  
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,  
e-mail: k0zhukhov@yandex.ru

##### **Prutskikh Dmitry Alexandrovich**

Voronezh State Technical University (VGTU),  
Chair "Theoretical and Industrial Heat Power Engineering",  
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,  
e-mail: dd12v71t@yandex.ru

УДК: 621.565.93/.95 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_90

*Т. Л. Риполь-Сарагоси, А. Ю. Керест, А. В. Потапов***ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

**Аннотация.** В работе представлены результаты проектирования системы теплоснабжения объекта: отопление, вентиляция, кондиционирование – с использованием тепла нетрадиционных источников. Для этих целей было проведено обоснование выбора теплоносителя, теплообменного аппарата, посчитан коэффициент преобразования тепловой энергии теплового насоса в случае с утилизацией вторичных ресурсов в виде возврата тепла отработанного вентиляционного воздуха в грунт и без его возврата. Анализ полученных и представленных в статье результатов показал, что наиболее эффективным теплоносителем является 30 % раствор этиленгликоля, металлический коаксиальный теплообменный аппарат и режим работы системы с утилизацией вторичных энергетических ресурсов в виде тепла отработанного вентиляционного воздуха с возвратом ее в грунт.

**Ключевые слова:** тепловой насос, теплоноситель, грунт, вентиляционный воздух, теплообменный аппарат, энергоэффективность, контур, раствор.

**Для цитирования:** Риполь-Сарагоси, Т. Л. Повышение энергоэффективности систем теплоснабжения объектов при использовании нетрадиционных источников / Т. Л. Риполь-Сарагоси, А. Ю. Керест, А. В. Потапов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 90–96. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_90.

*T. L. Ripol-Saragosi, A. Y. Kerest, A. V. Potapov***INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS OF OBJECTS BY USING NON-TRADITIONAL SOURCES**

**Abstract.** The paper presents the results of designing the heat supply system of an object - heating, ventilation, air conditioning - using heat from non-traditional sources. For these purposes justification of choice of heat carrier, heat-exchange apparatus has been made, coefficient of heat energy conversion of heat pump in a case with utilization of secondary resources in the form of return of waste ventilation air heat into the ground and without its return has been calculated. The analysis of the received and presented in article results has shown, that the most effective heat carrier is 30 % ethylene glycol solution, metal coaxial heat exchanger and an operating mode of system with recycling of secondary power resources in the form of heat of the exhaust ventilating air with its return in a ground.

**Keywords:** heat pump, heat carrier, ground, ventilation air, heat-exchange apparatus, energy efficiency, circuit, solution.

**For citation:** Ripol-Saragosi, T. L. Increasing energy efficiency of heat supply systems of facilities using non-traditional sources / T. L. Ripol-Saragosi, A. Yu. Kerest, A. V. Potapov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 90–96. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_90.

**Сведения об авторах**

**Риполь-Сарагоси Татьяна Леонидовна**  
Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»,  
доктор технических наук, профессор,

**Information about the authors**

**Ripol-Saragosi Tatiana Leonidovna**  
Rostov State Transport University (RSTU),  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Chair «Heat power engineering at railway transport»,  
e-mail: Ripol-saragosi@mail.ru

e-mail: Ripol-saragosi@mail.ru

**Керест Андрей Юрьевич**

Северо-Кавказское управление федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору,

государственный инспектор,

e-mail: a.kerest@sevkav.gosnadzor.ru

**Потапов Александр Владимирович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),

кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»,

магистр,

e-mail: lark98@yandex.ru

**Kerest Andrey Yurievich**

North Caucasus Federal Administration Environmental, Technological and Nuclear Supervision Services,

State Inspector,

e-mail: a.kerest@sevkav.gosnadzor.ru

**Potapov Alexander Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),

«Heat power engineering at railway transport»,

master,

e-mail: lark98@yandex.ru

УДК 656.21 : 656.07 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_97

*С. В. Старовойтов, А. В. Муравьев*

### СИСТЕМА УВЛАЖНЕНИЯ КАМЕР ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ХРАНЕНИЮ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ

**Аннотация.** Рассматривается система увлажнения для поддержания требуемых параметров воздуха охлаждаемых камер хранения овощей и фруктов. Для поддержания влажностного режима используется форсуночная система, распыляющая воду из системы холодного водоснабжения, проходящую пять ступеней очистки и аккумулирующуюся в накопительной емкости. Очищенная вода забирается насосной станцией и подается по трубопроводам высокого давления на форсунки.

**Ключевые слова:** холодоснабжение, увлажнение, хранение продукции, водоподготовка.

**Для цитирования:** Старовойтов, С. В. Система увлажнения камер железнодорожного складского комплекса по хранению овощей и фруктов / С. В. Старовойтов, А. В. Муравьев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 97–103. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_97.

*S. V. Starovoytov, A. V. Muravyov*

### MOISTURE SYSTEM OF CHAMBERS OF WAREHOUSE COMPLEX FOR STORAGE OF VEGETABLES AND FRUITS

**Abstract.** A humidification system is considered to maintain the required air parameters of the cooled vegetable and fruit storage chambers. To maintain the humidity mode, an injector system is used that sprays water from the cold water supply system, passing through 5 cleaning stages and accumulating in the storage tank. Purified water is taken by the pump station and supplied through high pressure pipelines to the nozzles.

**Keywords:** cold supply, humidification, product storage, water treatment.

**For citation:** Starovoytov, S. V. Moisture system of chambers of warehouse complex for storage of vegetables and fruits / S. V. Starovoytov, A. V. Muravyov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 97–103. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_97.

**Сведения об авторах****Старовойтов Сергей Вадимович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: se.starovoytov@yandex.ru

**Муравьев Анатолий Викторович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: nix2001@yandex.ru

**Information about the authors****Starovoitov Sergey Vadimovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Heat power engineering at railway transport»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: se.starovoytov@yandex.ru

**Muravev Anatoly Viktorovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Heat power engineering at railway transport»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: nix2001@yandex.ru

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

УДК 629.4.072.2

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_104

*А. А. Корсун, П. Ю. Иванов, С. П. Круглов, Д. В. Осипов, Д. О. Емельянов***МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ПОЕЗДА В ПРОЦЕССЕ ТОРМОЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КОЛОДКИ О КОЛЕСО И СЦЕПЛЕНИЯ С РЕЛЬСОМ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЕ**

**Аннотация.** Рассмотрена математическая модель работы тормозной системы поезда с учетом динамики коэффициента трения колодки в системе «колодка – колесо». На основе анализа зависимости коэффициента запаса по нажатию для локомотива и вагона от скорости движения подвижного состава выполнено имитационное компьютерное моделирование адаптивной системы управления процессом торможения пассажирского поезда с поддержанием заданного значения коэффициента запаса нажатия тормозной колодки.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, компьютерное моделирование, пассажирский подвижной состав, электропневматические тормоза, двухпроводная схема управления электропневматическими тормозами, устройство адаптивного управления тормозами, тормозная сила, коэффициент сцепления колеса с рельсом, коэффициент трения между колодкой и колесом.

**Для цитирования:** Математическая модель работы тормозной системы поезда в процессе торможения с учетом динамики коэффициента трения колодки о колесо и сцепления с рельсом в компьютерной среде / А. А. Корсун, П. Ю. Иванов, С. П. Круглов [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 104–113. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_104.

*A. A. Korsun, P. Yu. Ivanov, S. P. Kruglov, D. V. Osipov, D. O. Emelyanov***MATHEMATICAL MODEL OF THE OPERATION OF THE TRAIN BRAKING SYSTEM IN THE PROCESS OF BRAKING ACCORDING TO THE DYNAMICS OF THE FRICTION PAD COEFFICIENT ON THE WHEEL AND THE RAIL COUPLING IN A COMPUTER ENVIRONMENT**

**Abstract.** A mathematical model of the operation of the train's braking system is considered using the dynamics of the friction pad coefficient in the “pad – wheel” system. Based on the analysis of the dependence of the pressure reserve coefficient for the locomotive and the car on the speed of the rolling stock, it was performed a simulation computer of an adaptive

control system for the braking process of a passenger train with the maintenance of a set value of the brake pad pressure reserve coefficient.

**Keywords:** mathematical modeling, computer modeling, passenger rolling stock, electro-pneumatic brakes, two-wire control circuit for electropneumatic brakes, adaptive brake control device, braking force, wheel-rail coupling coefficient, coefficient of friction between pad and wheel.

**For citation:** Mathematical model of the operation of the train braking system in the process of braking according to the dynamics of the friction pad coefficient on the wheel and the rail coupling in a computer environment / A. A. Korsun, P. Yu. Ivanov, S. P. Kruglov, [et al.]. // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 104–113. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_104.

#### Сведения об авторах

##### **Корсун Антон Александрович**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Электроподвижной состав»,  
аспирант,  
e-mail: korsunanton1998@gmail.com

##### **Иванов Павел Юрьевич**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Электроподвижной состав»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: ivanov@mail.ru

##### **Круглов Сергей Петрович**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Автоматизация производственных процессов»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: kruglov\_s\_p@mail.ru

##### **Осипов Дмитрий Валерьевич**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Электроподвижной состав»,  
студент,  
e-mail: osipovDNor@mail.ru

##### **Емельянов Денис Олегович**

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),  
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,  
аспирант,  
e-mail: emelyanovdenis1995@mail.ru

#### Information about the authors

##### **Korsun Anton Alexandrovich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrSURT),  
Chair «Electric Rolling Stock»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: korsunanton1998@gmail.com

##### **Ivanov Pavel Yurievich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrSURT),  
Chair «Electric Rolling Stock»,  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor,  
e-mail: ivanov@mail.ru

##### **Kruglov Sergey Petrovich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrSURT),  
Chair «Automation of Production Processes»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: kruglov\_s\_p@mail.ru

##### **Osipov Dmitry Valerievich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrSURT),  
Chair «Electric Rolling Stock»,  
Student,  
e-mail: osipovDNor@mail.ru

##### **Emelyanov Denis Olegovich**

Irkutsk State University of Railway Transport (IrSURT),  
Chair «Wagons and Wagon Facility»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: emelyanovdenis1995@mail.ru

*В. А. Нехаев, В. А. Николаев, Е. А. Самохвалов, А. Н. Смалев, М. Х. Минжасаров*

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФАДДЕЕВА ДЛЯ РАСЧЁТА ГРАНИЦ ОБЛАСТЕЙ  
НЕУСТОЙЧИВОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ  
(ПЕРИОДИЧЕСКИМИ) ПАРАМЕТРАМИ**

**Аннотация.** В работе изучается возможность применения метода Д. К. Фаддеева для вычисления границ областей неустойчивости математических моделей с переменными (периодическими) коэффициентами. Выполнен анализ использования известных методов обобщённых определителей Хилла и получения корней характеристического уравнения. Исследуется случай, когда характеристическое уравнение обладает только простыми корнями, в противном случае рекомендуется математическая обработка уравнений, которая бы позволила разделить исходную систему уравнений на несвязанные между собой подсистемы, имеющие простые корни. Получены графики показателей динамики и фазовой плоскости параметрической механической системы: колёсной пары железнодорожного экипажа, совершающей колебания подпрыгивания.

**Ключевые слова:** система, устойчивость и неустойчивость решений, области и зоны параметрического резонанса, характеристический многочлен или полином, границы областей или зон, характеристическая матрица, корни, колесная пара.

**Для цитирования:** Применение метода Фаддеева для расчёта границ областей неустойчивости математических моделей с переменными (периодическими) параметрами / В. А. Нехаев, В. А. Николаев, Е. А. Самохвалов [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 114–123. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_114.

*V. A. Nekhaev, V. A. Nikolaev, E. A. Samokhvalov, A. N. Smalev, M. Kh. Minzhasarov*

#### APPLICATION OF FADDEEV'S METHOD FOR CALCULATION OF BOUNDARIES DOMAINS OF INSTABILITY OF MATHEMATICAL MODELS WITH VARIABLE (PERIODIC) PARAMETERS

**Abstract.** The paper studies the possibility of applying the method of D. K. Faddeev to calculate the boundaries of the instability regions of mathematical models with variable (periodic) coefficients. An analysis of the use of known methods of generalized Hill determinants and obtaining the roots of the characteristic equation is carried out. We study the case when the characteristic equation has only simple roots, otherwise we recommend mathematical processing of the equations, which would allow us to divide the original system of equations into unrelated subsystems with simple roots. Graphs of indicators of dynamics and phase plane of the parametric mechanical system, – the wheel pair of the railway truck, which makes bouncing oscillations, are obtained.

**Keywords:** System, stability and instability of solutions, regions and zones of parametric resonance, characteristic polynomial or polynomial, boundaries of regions or zones, characteristic matrix, roots of the polynomial, wheel pair.

**For citation:** Application of Faddeev's method for calculation of boundaries domains of instability of mathematical models with variable (parametric) parameters / V. A. Nekhaev, V. A. Nikolaev, E. A. Samokhvalov [et al.] // Vestnik rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 114–123. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_114.

#### Сведения об авторах

##### Нехаев Виктор Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Теоретическая и прикладная механика»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: nehaevVA@omgups.ru

#### Information about the authors

##### Nekhaev Victor Alekseevich

Omsk State Transport University (OSTU),  
Chair «Theoretical and Applied Mechanics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: nehaevVA@omgups.ru

**Николаев Виктор Александрович**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Теоретическая и прикладная механика»,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
e-mail: nikolaevVA@omgups.ru

**Самохвалов Евгений Александрович**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Теоретическая и прикладная механика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: SamohvalovEA@gmail.com

**Смалев Александр Николаевич**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Теоретическая и прикладная механика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: SmalevAN@omgups.ru

**Минжасаров Марат Хайргельдаевич**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),  
кафедра «Теоретическая и прикладная механика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: mmx90@yandex.ru

**Nikolaev Victor Aleksandrovich**

Omsk State Transport University (OSTU),  
Head of Chair «Theoretical and Applied Mechanics»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: nikolaevVA@omgups.ru

**Samokhvalov Evgeny Aleksandrovich**

Omsk State Transport University (OSTU),  
Chair «Theoretical and Applied Mechanics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer,  
e-mail: SamohvalovEA@gmail.com

**Smalev Aleksander Nikolaevich**

Omsk State Transport University (OSTU),  
Chair «Theoretical and Applied Mechanics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer,  
e-mail: SmalevAN@omgups.ru

**Minzhasarov Marat Khairgeldaevich**

Omsk State Transport University (OSTU),  
Chair «Theoretical and Applied Mechanics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer,  
e-mail: mmx90@yandex.ru

УДК 628.2 : 004 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_124

*В. А. Явна, В. Л. Шаповалов, А. В. Морозов, М. В. Окост, Я. М. Ермолов*

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ\***

**Аннотация.** Работа посвящена оценке эффективности выходной части ливневой системы при различном уровне воды и скорости течения в реке методами компьютерного моделирования. Для достижения поставленной цели в работе создана пространственная модель части ливневой системы и участок русла реки, создающий подпор. Начальные и граничные условия определены из анализа топологической и гидрологической обстановки в районе моделируемой системы. Расчеты выполнялись при различном уровне воды и скорости течения в реке. В результате получены зависимости снижения эффективности ливневой системы на выходе от уровня воды в реке и скорости течения.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, потоки горных рек, земляное полотно, паводки, расчеты.

**Для цитирования:** Оценка эффективности дождевой канализации методом компьютерного моделирования / В. А. Явна, В. Л. Шаповалов, А. В. Морозов [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 124–131. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_124.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства железнодорожного транспорта в 2022 г. (соглашение от 11.01.2021 г. № 109-03-2022-008).

V. A. Yavna, V. L. Shapovalov, A. V. Morozov, M. V. Okost, Y. M. Ermolov

## EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF RAINWATER SEWERAGE USING THE COMPUTER SIMULATION METHOD

**Abstract.** The work is devoted to evaluating the efficiency of rainwater sewerage at different water levels and flow rates in the river using computer simulation methods. To achieve this goal, a spatial model of a part of the rainwater sewerage and a section of the river bed creating backwater were created in the work. The initial and boundary conditions are determined from the analysis of the topological and hydrological conditions in the area of the simulated system. The calculations were performed at different water levels and flow rates in the river. As a result, dependences of the decrease in the efficiency of the rainwater sewerage on the water level in the river and the flow velocity were obtained.

**Keywords:** computer modeling, mountain river flows, roadbed, floods, calculations.

**For citation:** Evaluation of the effectiveness of rainwater sewerage using the computer simulation method / V. A. Yavna, V. L. Shapovalov, A. V. Morozov [et al.]. // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 124–131. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_2\_124.

### Сведения об авторах

#### **Явна Виктор Анатольевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Физика»,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
e-mail: cpd@rgups.ru

#### **Шаповалов Владимир Леонидович**

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

#### **Морозов Андрей Владимирович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Физика»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: rnd\_cpd@mail.ru

#### **Окост Максим Викторович**

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

#### **Ермолов Яков Михайлович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: mr.yak.erm@gmail.com

### Information about the authors

#### **Yavna Viktor Anatolyevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Physics»,  
Doctor of Physical and Mathematical Sciences,  
Professor,  
e-mail: cpd@rgups.ru

#### **Shapovalov Vladimir Leonidovich**

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

#### **Morozov Andrey Vladimirovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Physics»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate  
Professor,  
e-mail: rnd\_cpd@mail.ru

#### **Okost Maksim Victorovich**

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

#### **Ermolov Yakov Mikhailovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Prospecting, design and construction of  
railways»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate  
Professor,  
e-mail: mr.yak.erm@gmail.com

## УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

*С. В. Карасев*

## КОМБИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ СТАЦИОННЫХ ПУТЕЙ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ\*

**Аннотация.** Разработана структурная схема представления объектов железнодорожного транспорта, обеспечивающих перевозочный процесс, к которым применима специализация по транспортным единицам. Эффективность специализации инфраструктурного объекта с точки зрения перевозочного процесса предлагается рассматривать в двух направлениях: количественная эффективность, качественная эффективность. Под количественной эффективностью понимается увеличение показателей, характеризующих производительность инфраструктурного объекта. Применительно к объектам, обеспечивающим перевозочный процесс на железнодорожном транспорте, разновидностями производительности будут пропускная, провозная и перерабатывающая способности. Эффективность специализации определяется на основе разделения транспортных единиц по признакам, создающим отличия в требованиях к техническим нормам и к составу операций, выполняемых в границах данного объекта инфраструктуры. Для оценки эффективности вводится понятие ресурсоемкости операций, а в качестве основного ресурса рассматривается время. Эффективность специализации определяется в рамках трехэлементной системы структурно-технологических компонентов транспорта, участвующих в перевозочном процессе: инфраструктура, транспортные единицы, технология. Взаимосвязь между ними рассматривается посредством использования факторов, влияющих на длительность технологических элементов перевозочного процесса. На основе предложенного универсального методологического подхода к оценке специализации объектов инфраструктуры, участвующих в перевозочном процессе, разработана модель для экспресс-оценки пропускной способности объектов инфраструктуры типа «путь железнодорожной станции», «парк путей». Модель обеспечивает возможность комплексной оценки влияния параметров инфраструктуры, транспортных единиц и технологии на длительность технологических операций, связанных с пропуском поездов, с учётом вариантов специализации объекта на обслуживании различных транспортных единиц.

**Ключевые слова:** транспортные единицы, стрелочные секции, станционный путь, экспресс-оценка, пропускная способность, комбинированная модель.

**Для цитирования:** Карасев, С. В. Комбинированная модель экспресс-оценки влияния объектной специализации на пропускную способность станционных путей с учетом параметров инфраструктуры / С. В. Карасев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 132–144. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_132.

S. V. Karasev

## THE COMBINED MODEL OF EXPRESS ASSESSMENT INFLUENCE OF THE OBJECTIVE SPECIALIZATIONS FOR STATION TRACK CAPACITY INCLUDING INFRASTRUCTURE PARAMETERS

**Abstract.** A structural diagram of the presentation of railway transport facilities providing the transportation process to which the specialization in transport units applies has been developed. The effectiveness of specialization of an infrastructure facility from the point of view of the transportation process is proposed to be considered in two directions: quantitative efficiency, qualitative efficiency. Quantitative efficiency refers to an increase in indicators characterizing the performance of an infrastructure facility. For rail transport facilities, throughput,

---

\* Исследования по направлению «Специализация линейных объектов железнодорожной инфраструктуры, участвующих в перевозочном процессе» выполняются в рамках гранта ОАО «РЖД» на поддержку научно-педагогических школ.

transport and processing capacity will be a variant of productivity. The effectiveness of specialization is determined on the basis of the division of transport units according to the characteristics that create differences in requirements to technical standards, and to the composition of operations performed within the boundaries of this infrastructure object. To evaluate efficiency, the concept of resource capacity of operations is introduced, and time is considered as the main resource. The effectiveness of specialization is determined within the framework of a three-element system of structural and technological components of transport involved in the transportation process: infrastructure, rolling stock, technology. The relationship between them is considered by using factors affecting the duration of the process elements of the transport process. On the basis of the proposed universal methodological approach to assessing the specialization of infrastructure objects involved in the transportation process, a model was developed for an express assessment of the capacity of infrastructure objects such as "railway station track," "track fleet." The model provides the possibility of a comprehensive assessment of the impact of infrastructure, rolling stock and technology parameters on the duration of technological operations related to train passage, taking into account options for specializing the facility in servicing various transport units.

**Keywords:** specialization, railway infrastructure, transportation process, capacity.

**For citation:** Karasev, S. V. The combined model of express assessment influence of the objective specializations for station track capacity including infrastructure parameters / S. V. Karasev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 132–144. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_2\_132.

#### Сведения об авторах

##### Карасев Сергей Владимирович

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
кафедра «Железнодорожные станции и узлы»,  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: gdsugdsu@yandex.ru

#### Information about the authors

##### Karasev Sergey Vladimirovich

Siberian State University of Railways (SSUPS),  
Chair «Railway Stations and Junctions»,  
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
e-mail: gdsugdsu@yandex.ru

УДК 656.078.1

DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_2\_145

*Э. А. Мамаев, А. Н. Гуда, В. А. Финоченко, К. А. Годованый*

### ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ СИСТЕМНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ

**Аннотация.** Рассмотрены процессы трансформации транспортно-логистических систем в экономике в условиях изменений. Представлен концептуальный анализ логистических систем и цепей поставок, сущностей связи между ними, вариантов их трансформации в экономике страны. Рассмотрены процессы реинжиниринга и реструктуризации логистических цепей, варианты реализации и ожидаемые результаты от изменений. Представлены концептуальные и формализованные модели трансформации логистических цепей и их локализация для различных форм изменений в экономике, логистических системах и цепях поставок.

**Ключевые слова:** логистическая система, транспортировка, логистическая цепь, реинжиниринг, реструктуризация, математическая модель.

**Для цитирования:** Транспортно-логистические системы в условиях системных изменений в экономике / Э. А. Мамаев, А. Н. Гуда, В. А. Финоченко, К. А. Годованый // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 145–154. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_2\_145.

*E. A. Mamaev, A. N. Guda, V. A. Finochenko, K. A. Godovany*

### TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS IN CONDITIONS OF SYSTEMIC CHANGES IN THE ECONOMY

**Abstract.** The processes of transformation of transport and logistics systems in the economy under the conditions of changes are considered. A conceptual analysis of logistics systems and supply chains, the essence of the connection between them, options for their transformation in the country's economy is presented. The processes of reengineering and restructuring of supply chains, implementation options and expected results from changes are considered. Conceptual and formalized models of transformation of logistics chains and their localization for various forms of changes in the economy, logistics systems and supply chains are presented.

**Keywords:** logistics system, transportation, logistics chain, reengineering, restructuring, mathematical model.

**For citation:** Transport and logistics systems in the context of systemic changes in the economy / E. A. Mamaev, A. N. Guda, V. A. Finochenko, K. A. Godovany // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 145–154. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_145.

#### Сведения об авторах

##### **Мамаев Энвер Агапашаевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Логистика и управление транспортными системами»,  
доктор технических наук, профессор,  
e-mail: mamaev\_enver@mail.ru

##### **Гуда Александр Николаевич**

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

##### **Финоченко Виктор Анатольевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,  
доктор технических наук, профессор,  
декан энергетического факультета,  
e-mail: fin@rgups.ru

##### **Годованый Кирилл Александрович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Логистика и управление транспортными системами»,  
старший преподаватель,  
e-mail: godcorp@yandex.ru

#### Information about the authors

##### **Mamaev Enver Agapashaevich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Logistics and Transport Systems Management»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: mamaev\_enver@mail.ru

##### **Guda Alexander Nikolaevich**

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

##### **Finochenko Victor Anatolievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Health and Safety»,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Dean of Power Supply Department,  
e-mail: fin@rgups.ru

##### **Godovany Kirill Alexandrovich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Logistics and Transport Systems Management»,  
Senior Lecturer,  
e-mail: godcorp@yandex.ru

**Аннотация.** Статья посвящена проблемам тушения лесных пожаров при помощи наземных сил и спецтехники. Рассмотрен порядок принятия организационно-управленческих решений по формированию и функционированию пожарно-транспортного комплекса для тушения лесного пожара силами лесоохранных служб. Логистическая модель управления пожарно-транспортными ресурсами лесоохранных служб призвана сократить как прямой ущерб от лесных пожаров, так и снизить экономические издержки на эксплуатацию пожарно-транспортного комплекса за счет его объективного технологического формирования под условия пожарной ситуации и построения оптимального маршрута движения транспортных средств. Разработаны методические положения в виде процедурного алгоритма выбора маршрута доставки сил и средств к месту пожара, которые могут стать основой создания программного продукта автоматизированного рабочего места диспетчерского управления транспортным парком лесопожарного назначения.

**Ключевые слова:** пожарно-транспортный комплекс, логистическая модель, маршрут, ресурсы, затраты, лесной пожар.

**Для цитирования:** Наумов, Д. В. Особенности применения логистического подхода к управлению пожарно-транспортными ресурсами лесоохранных служб / Д. В. Наумов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 155–160. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_155.

*D. V. Naumov*

#### **SPECIFIC APPLICATION OF THE LOGISTICS APPROACH TO THE MANAGEMENT OF FIRE AND TRANSPORT RESOURCES OF FOREST PROTECTION SERVICES**

**Abstract.** The paper is devoted to the problems of extinguishing forest fires and wildfires with the help of ground forces and special equipment. It is considered the procedure for making organizational and managerial decisions on the formation and functioning of a fire-transport complex for extinguishing a forest fire by forest protection services. The logistic model of fire and transport resources management of forest protection services are designed to reduce both direct damage from forest fires and reduce the economic costs of operating a fire and transport complex due to its objective technological formation under the conditions of a fire situation and the construction of an optimal route for vehicles. Methodological provisions have been developed in the form of a procedural algorithm for choosing the route of delivery of forces and means to the place of fire, which can become the basis for creating a software product of an automated workplace for dispatching control of a forest fire transport fleet.

**Keywords:** fire and transport complex, logistics model, route, resources, costs, forest fire.

**For citation:** Naumov, D. V. Features of the application of the logistic approach to the management of fire and transport resources of forest protection services / D. V. Naumov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 155–160. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_155.

#### **Сведения об авторах**

##### **Наумов Денис Васильевич**

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» (ОрИПС – филиал СамГУПС), кафедра «Логистика и транспортные технологии», кандидат технических наук, e-mail: naumov3091@mail.ru

#### **Information about the authors**

##### **Naumov Denis Vasilyevich**

Orenburg Transport Institute, Branch of the Samara State University of Railway Transport, Chair «Logistics and Transport Technologies», Candidate of Engineering Sciences, e-mail: naumov3091@mail.ru

*М. Б. Петров, Л. А. Серков, К. Б. Кожов*

## **ВЫБОР ПРИОРИТЕТНЫХ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ\***

**Аннотация.** В связи с турбулентностью экономических процессов в период санкционного давления на экономику с целью определения очередности транспортного железнодорожного обеспечения на изучаемых наиболее важных в федеральном и региональном масштабе магистральных направлениях были проведены исследования с использованием наиболее значимых технологических и экономических критериев, отражающих общегосударственный приоритет. Для сравнения различных способов очередности сооружений магистральных направлений железнодорожных линий использовалась процедура нечеткого многокритериального анализа проектов. В результате проведенных исследований доказана возможность применения подхода на основе нечеткой логики к анализу экономических процессов в период шоковых воздействий на экономику, обусловленных, в частности, введением санкций со стороны недружественных стран. Оценена предполагаемая очередность транспортного железнодорожного обеспечения на четырех проектах наиболее важных магистральных направлений в зоне действия Свердловской железной дороги: Среднеуральский широтный ход (СУШХ) на участке Нижний Тагил – Пермь; участок Троицко-Печорск – Ивдель; участок Пермь – Чернушка; участок Устье-Аха – Урай – Ханты-Мансийск – Салым. В результате эксперимента выявлено, что Среднеуральский широтный ход на участке Нижний Тагил – Пермь (проект А) является наиболее значимым и приоритетным в рассматриваемой иерархии проектов. Результаты работы могут быть использованы органами государственной власти, специализированными научными и проектными организациями при выполнении работ по проектированию развития железнодорожной транспортной сети.

**Ключевые слова:** Среднеуральский широтный ход, инфраструктурные проекты, транспортная железнодорожная сеть, грузопотоки, многокритериальность, нечеткие множества, экспертные оценки.

**Для цитирования:** Петров, М. Б. Выбор приоритетных проектов развития транспортной сети на основе нечеткой логики / М. Б. Петров, Л. А. Серков, К. Б. Кожов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 161–175. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_161.

*M. B. Petrov, L. A. Serkov, K. B. Kozhov*

## **SELECTION OF PRIORITY PROJECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT NETWORK BASED ON FUZZY LOGIC**

**Abstract.** Due to the turbulence of economic processes in the period of sanctions pressure on the economy, in order to determine the priority of railway transport support on the most important main lines studied on a federal and regional scale, studies were conducted using the most significant technological and economic criteria reflecting the national priority. To compare the different ways of prioritizing the structures of the main directions of railway lines, the procedure of fuzzy multi-criteria analysis of projects was used. As a result of the conducted research, the possibility of applying an approach based on fuzzy logic to the analysis of economic processes during the period of shock effects on the economy caused, in particular, by the imposition of sanctions by unfriendly countries was proved. The estimated priority of railway transport support on four projects of the most important main lines in the area of operation of the Sverdlovsk Railway is estimated: the Middle Urals Latitudinal Railway (SUSHKH) on

---

\* Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ 20-010-00724 «Оценка и прогноз транспортной доступности и обеспеченности регионов РФ, и их влияние на показатели устойчивого пространственного развития».

the Nizhny Tagil – Perm section; the Troitsko-Pechorsk – Ivdel section; the Perm – Chernushka section; The Ustye-Aha – Ural – Khanty-Mansiysk – Salym section. As a result of the experiment, it was revealed that the Middle Ural latitudinal course on the Nizhny Tagil – Perm section (Project A) is the most significant and priority in the hierarchy of projects under consideration. The results of the work can be used by public authorities, specialized scientific and design organizations when performing work on the design of the development of the railway transport network.

**Keywords:** infrastructure projects, transport railway network, freight flows, sanctions pressure, multicriteria, fuzzy sets, expert estimates.

**For citation:** Petrov, M. B. Selection of priority projects for the development of the transport network based on fuzzy logic / M. B. Petrov, L. A. Serkov, K. B. Kozhov// Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2. – P. 161–175. – DOI 10.46973/0201–727X\_2022\_2\_161.

#### Сведения об авторах

##### **Петров Михаил Борисович**

Институт экономики УрО РАН

(г. Екатеринбург),

доктор технических наук, руководитель Центра развития и размещения производительных сил,

e-mail: michpetrov@mail.ru

##### **Серков Леонид Александрович**

Институт экономики УрО РАН

(г. Екатеринбург),

кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра развития и размещения производительных сил,

e-mail: dsge2012@mail.ru

##### **Кожов Константин Борисович**

Институт экономики УрО РАН

(Екатеринбург),

кандидат технических наук, старший научный сотрудник Центра развития и размещения производительных сил,

e-mail: jefytt11@mail.ru

#### Information about the authors

##### **Petrov Mikhail Borisovich**

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg),

Doctor of Technical Sciences, Head of the Center for the Development and Placement of Productive Forces,

e-mail: michpetrov@mail.ru

##### **Serkov Leonid Alexandrovich**

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg),

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Center for the Development and Placement of Productive Forces,

e-mail: dsge2012@mail.ru

##### **Kozhov Konstantin Borisovich**

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg),

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Center for the Development and Placement of Productive Forces,

e-mail: jefytt11@mail.ru

### ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК РГУПС»

**1 Материалы статей** представляют в виде текстов, отформатированных и распечатанных на лазерном или струйном принтере (пригодных для сканирования) на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) в одном экземпляре. Рекомендуемый объем статьи – 5–10 страниц.

Одновременно представляют электронную версию статьи, выполненной в текстовом редакторе Word for Windows, шрифт Times New Roman, 11 pt, межстрочный интервал – одинарный, выравнивание по ширине, абзацный отступ – 1,25 см, все поля – 2 см.

**2** На первой странице должны быть указаны:

■ **УДК** – в левом верхнем углу;

■ интервал;

■ **инициалы и фамилии авторов** – по центру, курсивом;

■ интервал;

■ **название статьи** – заглавными буквами, полужирным шрифтом, по центру, без переносов;

■ интервал;

■ **аннотация** (80–150 слов);

- **ключевые слова** (5–10 слов);
- интервал;
- **текст статьи** – печатается с переносами.
- интервал;
- **список литературы** на русском и английском языках (не менее 10 источников).

**3** **Статья** должна содержать вводную часть, цель научной разработки, основную часть и выводы. Текст статьи должен быть тщательно отредактирован и готов для макетирования и верстки журнала на компьютере.

**4** **Буквы** латинского алфавита набирают курсивом, буквы греческого и русского алфавитов – прямым шрифтом. Математические символы  $\lim$ ,  $\ln$ ,  $\arg$ ,  $\text{const}$ ,  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\min$ ,  $\max$  и т.д. набирают прямым шрифтом. Аббревиатуры следует расшифровывать при их первом упоминании в тексте.

**5** **Формулы.** Большие формулы необходимо разбить на отдельные фрагменты. Фрагменты формул по возможности должны быть независимы (при работе в формульном редакторе каждая строка – отдельный объект). Располагать формулы следует по центру строки.

Буквы J и I, e и l, h и n, q и g, V и U, O (буква) и 0 (ноль) должны различаться по начертанию.

Тире, дефис, знак «минус» обозначают соответствующими знаками. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы следует печатать в Word отдельно от формул, в круглых скобках по правому краю.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим ГОСТам.

**6** **Рисунки и фотографии**, выполненные четко и контрастно в формате \*.tif, \*.jpg, \*.png, с разрешением не менее 300 точек на дюйм, следует размещать в порядке их упоминания в тексте. Ссылки на рисунки в тексте и подрисуночная подпись обязательны.

**7** **Таблицы** следует размещать по мере упоминания в статье. Ссылки на таблицы в тексте и названия таблиц обязательны.

**8** **Список литературы** приводят общим списком в конце статьи и составляют в соответствии с последовательностью ссылок в тексте, которые обозначают арабскими цифрами в квадратных скобках. Литературу оформляют только согласно ГОСТ Р 7.0.100-2018. При наличии у статьи цифрового идентификатора объекта (DOI) его указание обязательно.

Статья должна быть обязательно подписана всеми авторами.

**9** **Материалы, прилагаемые к статье**, должны содержать следующие сведения (на русском и английском языках):

- Название статьи (заглавными буквами, полужирным шрифтом).
- Фамилия, имя, отчество автора (полностью, без сокращений).
- Место работы каждого автора в именительном падеже.
- Ученая степень, ученое звание, должность.
- E-mail.
- Аннотация (краткое содержание статьи, включающее 3–4 предложения).
- Ключевые слова.

#### Условия и порядок публикации статей в журнале

**1** **Статья должна быть оформлена по прилагаемым требованиям.**

**2** **Автор имеет право опубликовать в номере одну статью.**

**3** **Автор может прислать статью в адрес редакции:**

- по почте;
- по электронной почте;
- принести в редакцию и передать ответственному секретарю (гл. корпус, ком. Д 107).

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

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

- машиностроение;
- подвижной состав, безопасность движения и экология;
- информационные технологии, автоматика и телекоммуникации;
- управление и логистика на транспорте;
- железнодорожный путь и транспортное строительство;
- транспортная энергетика;
- моделирование систем и процессов.

**5** Редакционная коллегия принимает для публикации статьи после тщательной научной экспертизы.

Для публикации отбирают статьи, которые представляют научный интерес и являются новой ступенью в разработке данной проблемы. Статьи публицистического плана не принимаются.

**6** На заседании редколлегии принимают решение о возможности публикации статьи только при наличии положительной рецензии.

**7** Все расходы по подготовке к публикации и изданию журнала оплачивает университет, в том числе и почтовые расходы при пересылке журнала авторам.

#### Краткая информация о журнале

Научно-технический журнал «Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения» («Вестник РГУПС») зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР), свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-77245 от 20 ноября 2019 г. Журнал имеет международный стандартный сериальный номер (ISSN 0201-727X), присвоенный Книжной палатой Российской Федерации.

Учредителем и издателем является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС).

Главный редактор журнала – академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор В.И. Колесников.

В состав редакционной коллегии входят ведущие ученые РГУПС, а также других транспортных и академических университетов Северо-Кавказского региона, Москвы, Санкт-Петербурга, Республики Беларусь, Чешской Республики, Польши, Франции.

Журнал выходит с периодичностью 4 номера в год, т.е. каждый квартал.

С апреля 2004 года «Вестник РГУПС» включен в «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук» (решение Президиума ВАК № 6/4 от 06.02.2004 г.). Журнал вошел во все последующие редакции Перечня.

«Вестник РГУПС» – подписное издание. С 2004 года журнал был включен в каталог подписных изданий агентства «Роспечать». Также включен в каталог подписных изданий Объединённого каталога «Пресса России» ([www.pressa-rg.ru](http://www.pressa-rg.ru) под индексом 53720).

Подписаться на журнал можно в любом отделении связи, распространяется журнал на территории Российской Федерации. Подписку можно оформить на квартал, на полгода или на год.

Журнал «Вестник РГУПС» бесплатно рассылается всем отраслевым вузам, в ряд вузов Министерства образования и науки России, центральным и зональным научно-техническим библиотекам, НИИ информации.

#### Почтовый адрес редакции:

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

Ростовский государственный университет путей сообщения.

Редакция журнала «Вестник РГУПС».

Телефон: +7 (863) 272-62-74. Факс: +7 (863) 255-37-85.

E-mail: [pmv\\_nis@rgups.ru](mailto:pmv_nis@rgups.ru) ; [nis@rgups.ru](mailto:nis@rgups.ru) (дополнительный).

Архив журнала и требования по оформлению статей размещены на сайте <http://vestnik.rgups.ru>.

*Научное издание*

**ВЕСТНИК  
Ростовского государственного университета  
путей сообщения**

Научно-технический журнал

**№ 2 (86)  
2022**

**Уважаемые читатели!**  
**Вы можете подписаться на наш журнал на сайте [www.pressa-rgf.ru](http://www.pressa-rgf.ru).**  
**Индекс журнала по каталогу 53720**

**Полнотекстовая версия статей находится в открытом доступе на сайте  
Российской научной электронной библиотеки: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)  
Журнал обрабатывается в системах индексов научного цитирования  
РИНЦ и Science Index**

**Требования к оформлению статей размещены на сайте  
<http://vestnik.rgups.ru>**

Редакторы: А.В. Артамонов, Т.В. Бродская,  
Т.И. Исаева, Т.М. Чеснокова, К.И. Паханова,  
А.П. Кононенко (английский текст)

Корректоры: А.В. Артамонов, Т.В. Бродская,  
Т.И. Исаева, Т.М. Чеснокова, К.И. Паханова,  
А.П. Кононенко (английский текст)

Оригинал-макет журнала подготовлен А.О. Полуниной

---

Подписано в печать 30.06.2022.  
Дата выхода в свет 1.07.2022.  
Печать офсетная.  
Знак информационной продукции 16+.

Формат 60×84/8.  
Усл. печ. л. 20,68  
Тираж 510 экз.  
Цена свободная.

Бумага офсетная.  
Изд. № 26.  
Заказ 508.

---

**Учредитель:**

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

**Адрес университета, издателя, редакции:  
344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2.  
Телефон редакции +7 (863) 272-62-74; факс +7 (863) 255-37-85.  
E-mail: [pmv\\_nis@sci.rgups.ru](mailto:pmv_nis@sci.rgups.ru); [nis@rgups.ru](mailto:nis@rgups.ru)**

**Адрес типографии  
Отпечатано в «ООО Бейк Бренд Рус».  
344069, г. Ростов-на-Дону, ул. Вавилова, 53.  
E-mail: [bbr\\_company@mail.ru](mailto:bbr_company@mail.ru). Телефон +7 (960) 460-24-70.**