



---

## **ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО**

---

Журнал публикует статьи, обзоры и краткие сообщения по результатам научно-исследовательских работ по следующим направлениям и научным специальностям:

1. Математика и механика:

- 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин;
- 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

2. Машиностроение:

- 2.5.2. Машиноведение;
- 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы;
- 2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы.

3. Недропользование и горные науки:

- 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин;
  - 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика;
  - 2.8.7. Теоретические основы проектирования горнотехнических систем;
  - 2.8.8. Геотехнология, горные машины.
- 

Научно-образовательный журнал.

Издается с 2018г.

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС 77 - 77557.

Периодичность – 6 номеров в год.

---

С 21.04.2022г. журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

---

Учредитель, издатель и распространитель: Жукова Елена Валерьевна (ИП Жукова Е.В., ИНН 422802805198, ОГРНИП 318420500009778, г.Санкт-Петербург).

**Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. –**  
Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2024. – № 24. – 158 с.

---

Целями журнала являются развитие фундаментальных и прикладных исследований в горно-геологических и технических науках, способствование продвижению их результатов в национальное и международное научное сообщество, повышение качества подготовки специалистов для горнодобывающей и машиностроительной отраслей промышленности, публикация докладов конференций профильной направленности.

---

**Редакционная коллегия:**

*Жуков Иван Алексеевич* – главный редактор, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой машиностроения, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, директор Научно-исследовательского центра «МашиноСтроение», г.Санкт-Петербург;

*Балакина Екатерина Викторовна* – д.т.н., доцент, профессор кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей», Волгоградский государственный технический университет, г.Волгоград;

*Болобов Виктор Иванович* – д.т.н., старший научный сотрудник, профессор кафедры машиностроения, Санкт-Петербургский горный университет, г.Санкт-Петербург;

*Габараев Олег Знаурович* – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Горное дело», Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г.Владикавказ;

*Еремьянц Виктор Эдуардович* – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Институт машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики, г.Бишкек, Кыргызстан;

*Лагунова Юлия Андреевна* – д.т.н., профессор, профессор кафедры горных машин и комплексов, Уральский государственный горный университет, г.Екатеринбург;

*Наумкин Николай Иванович* – к.т.н., д.п.н., профессор, заведующий кафедрой основ конструирования механизмов и машин, Национальный исследовательский Мордовский государственный университета им. Н.П. Огарёва, г.Саранск;

*Новичихин Алексей Викторович* – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой логистики и коммерческой работы, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, г.Санкт-Петербург;

*Сарбаев Владимир Иванович* – д.т.н., профессор, профессор кафедры наземных транспортных средств, Московский политехнический университет, г.Москва;

*Саруев Лев Алексеевич* – д.т.н., профессор, профессор отделения нефтегазового дела, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск;

*Степанов Юрий Александрович* – д.т.н., доцент, профессор кафедры ЮНЕСКО по информационным вычислительным технологиям, Кемеровский государственный университет, г.Кемерово;

*Унаспеков Берикбай Акибаевич* – д.т.н., профессор, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры «Инженерные системы и сети», Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г.Алматы, Казахстан;

*Червов Владимир Васильевич* – д.т.н., заведующий лабораторией механизации горных работ, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, г.Новосибирск;

*Шадрин Анатолий Александрович* – д.т.н., доцент, профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства, Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г.Москва;

*Шигин Андрей Олегович* – д.т.н., доцент, профессор кафедры «Горные машины и комплексы», Сибирский федеральный университет, г.Красноярск.



---

---

No. 24, 2024

ISSN 2658-3305

---

---

# TRANSPORT, MINING AND CONSTRUCTION ENGINEERING: SCIENCE AND PRODUCTION

---

---

Accepted for publication articles, abstracts, reviews and short communications on the results of scientific research in the following areas:

1. Mathematics and Mechanics:

Theoretical mechanics, dynamics of machines;  
Mechanics of a deformable solid.

2. Mechanical engineering:

Machine science;  
Ground transportation and technological facilities and complexes;  
Machines, aggregates and technological processes.

3. Subsurface use and mining sciences:

Technology of drilling and development of wells;  
Geomechanics, rock destruction, mining aerogasodynamics and mining thermophysics;  
Theoretical foundations of mining engineering systems design;  
Geotechnology, mining machines.

---

---

Scientific-Educational Journal.

Published since 2018.

Frequency – 6 issues per year.

---

---

Since 04/21/2022 journal has been included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation, in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of sciences, for the degree of doctor of sciences should be published.

---

---

Founder: Elena V. Zhukova.

**Transport, mining and construction engineering: science and production.** –  
Saint-Petersburg: SRC MS, 2024. – No. 24. – 158 p.

---

The objectives of the journal are development of fundamental and applied research in geological and technical sciences, introduction of their results in national and international scientific community, improving the quality of training specialists for mining and engineering industries, publication of the reports of the conferences of professional orientation.

---

**Editorial Board:**

- Ivan Zhukov* – chief editor, doctor of technical sciences, associate professor, head of department of mechanical engineering, Saint-Petersburg mining university of Empress Catherine II, Scientific Research Centre "MachineStructure", Saint-Petersburg, Russia;
- Ekaterina Balakina* – doctor of technical sciences, associate professor, professor of department of «Technical exploitation and repair of cars», Volgograd state technical university, Volgograd, Russia;
- Victor Bolobov* – doctor of technical sciences, senior researcher, professor of department of mechanical engineering, Saint-Petersburg mining university, Saint-Petersburg, Russia;
- Oleg Gabaraev* – doctor of technical sciences, professor, head of Mining department, North Caucasian institute of mining and metallurgy (state technological university), Vladikavkaz, Russia;
- Victor Eremyants* – doctor of technical sciences, professor, chief researcher, Institute of Machine Science and Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan;
- Yulya Lagunova* – doctor of technical sciences, professor of department of mining machines and complexes, Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia;
- Nikolay Naumkin* – doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, head of department of fundamentals of designing mechanisms and machines, N.P.Ogarev Mordovia state university, Saransk, Russia;
- Alexey Novichihin* – doctor of technical sciences, associate professor, head of department of logistics and commercial work, Emperor Alexander I Saint-Petersburg state transport university, Saint-Petersburg, Russia;
- Vladimir Sarbaev* – doctor of technical sciences, professor of department of motor vehicles, Moscow polytechnic university, Moscow, Russia;
- Lev Saruev* – doctor of technical sciences, professor of department of oil and gas business, National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia;
- Stepanov Yuri* – doctor of technical sciences, professor of department of informatics and computer engineering, Novokuznetsk Institute (branch) "Kemerovo state University", Novokuznetsk, Russia;
- Berikbay Unspecov* – doctor of technical sciences, academic of National engineering academy of Republic of Kazakhstan, professor of department "Engineering systems and networks", Kazakh national technical university, Almaty, Kazakhstan;
- Vladimir Chervov* – doctor of technical sciences, head of laboratory of mechanization of mining, Institute of mining Siberian branch of Russian academy of sciences, Novosibirsk, Russia;
- Anatoliy Shadrin* – doctor of technical sciences, associate professor, professor of department of technologies and equipment of timber industry, Mytishchi branch of Moscow state technical university named N.E. Bauman (national research university), Moscow state forest university, Moscow, Russia;
- Andrey Shigin* – doctor of technical Sciences, professor of department "Mining machines and complexes", Siberian federal university, Krasnoyarsk, Russia.

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Математика и механика**

#### **1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин**

- Ивановская А.В.** О методе аналитического решения отдельного класса дифференциальных уравнений поперечных колебаний стержней ..... 9
- Андреев А.И., Чанчиков В.А., Славин Б.М., Перекрестов А.П., Семенов А.Е.** Исследование динамики силы и момента трения при прецессии волчка Томпсона..... 17
- Алексеев А.В., Луценко Е.А.** Приближенное аналитическое решение динамических уравнений движения тела с вязкой жидкостью ..... 23

#### **1.1.8. Механика деформируемого твердого тела**

- Сбойчаков А.М., Пупасов-Максимов А.М.** Моделирование распространения упругих волн в твердых телах со случайными включениями: подход на основе машинного обучения..... 30

### **Машиностроение**

#### **2.5.2. Машиноведение**

- Стреляная Ю.О., Богущкий В.Б.** Взаимосвязь микрогеометрии поверхности вала и характеристик работоспособности узла «Вал – манжетное уплотнение»..... 37

#### **2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы**

- Хахов А.А.** Разбитая грунтовая дорога как источник кинематического воздействия на металлические конструкции автомобильных кранов ..... 43
- Алексеев В.И., Носко А.Л., Сафронов Е.В., Хлопков В.П.** Результаты испытаний прибора для измерения нагруженности приводной роликовой цепи конвейеров для паллет ..... 52
- Колесниченко Д.С., Пушкарев А.Е.** Расчет требуемой мощности для выполнения различных технологических операций коммунальной машиной на универсальном шасси с электрической силовой установкой ..... 60
- Склярова А.А.** Исследование влияния конструктивных параметров на область рационального применения машины горизонтально направленного бурения в заданной системе ограничений..... 68

#### **2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы**

- Долгин Д.С., Лаврентьев Ю.Б., Гуданов И.С., Лебедев А.Е., Ватагин А.А.** Выявление рациональной формы зубца полимерных многослойных изделий ..... 74
- Рукомойников А.А., Юминов И.П., Дильмухаметов Д.И., Абызов К.А., Каримов А.Д.** Стенд для обработки водонефтяной эмульсии..... 81

## **Недропользование и горные науки**

### **2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

**Беликов А.А, Беляков Н.А.** Податливое крепление выработок, пройденных в соляных породах ..... 88

### **2.8.8. Геотехнология, горные машины**

**Юнгмейстер Д.А., Гасымов Э.Э., Борисов С.В., Тимофеев М.И.** Исследование эффективности бурения горных пород при использовании поршня-ударника с бойком и регулируемой задвижки в погружном пневмоударнике..... 96

**Князев А.С., Теремецкая В.А., Габов В.В., Николаев А.В.** Рационализация конструкций шахтных механизированных крепей на основе анализа их развития и нетривиальных схемных решений ..... 106

**Журавлев А.Г., Кардашин Е.Д.** Особенности моделирования работы дробильно-перегрузочной установки при оптимизации ее конструктивно-технологических параметров..... 112

**Гавришев С.Е., Овсянников М.П.** Определение количества и порядка ввода горнотранспортного оборудования при расконсервации временно нерабочих бортов..... 122

**Веровочкин Н.Г.** Анализ динамического воздействия породы на рабочее оборудование гидравлического экскаватора ..... 129

**Копосов П.В., Жуков И.А., Голиков Н.С.** Щековые дробилки с криволинейным продольным профилем щек: классификация, тенденции развития и перспективы применения..... 135

**Агагена Абдельвахаб, Репкина К.С., Михайлов А.В.** Корректировка регламента технического обслуживания карьерного гидравлического экскаватора на руднике Бухадра ..... 146

**Ботян Е.Ю., Лавренко С.А., Королев И.А.** Анализ горнотехнических условий эксплуатации карьерных автосамосвалов, снижающих моторесурс элементов подвесок, на железорудных месторождениях России ..... 152

## CONTENTS

### **Mathematics and Mechanics**

#### **Theoretical mechanics, dynamics of machines**

- Ivanovskaya A.V.** On the method of analytical solution of a separate class of differential equations of transverse vibrations of rods..... 9
- Andreev A.I., Chanchikov V.A., Slavin B.M., Perekrestov A.P., Semenov A.E.** Study of the dynamics of force and moment of friction during precession of a Thompson top ..... 17
- Alekseev A.V., Lutsenko E.A.** Approximate analytical solution of dynamic equations of motion of a body with viscous liquid ..... 23

#### **Mechanics of a deformable solid**

- Sboychakov A.M., Pupasov-Maksimov A.M.** Modeling the propagation of elastic waves in solids with random inclusions: a machine learning-based approach ..... 30

### **Mechanical engineering**

#### **Machine science**

- Strelyanaya Yu.O., Bogutsky V.B.** The relationship between the microgeometry of the shaft surface and the efficiency characteristics of the assembly «Shaft – radial shaft seal» ..... 37

#### **Ground transportation and technological facilities and complexes**

- Khakhov A.A.** A broken dirt road as a source of kinematic impact on the metal structures of automobile cranes..... 43
- Alekseev V.I., Nosko A.L., Safronov E.V., Khlopkov V.P.** Test results of the device for measuring the loading of the drive roller chain of pallet conveyors ..... 52
- Kolesnichenko D.S., Pushkarev A.E.** Calculation of the required power to perform various technological operations by a utility vehicle on a universal chassis with an electric power plant..... 60
- Sklyarova A.A.** Studying the influence of design parameters on the area of rational application of a horizontal directional drilling machine in a specified system of constraints..... 68

#### **Machines, aggregates and technological processes**

- Dolgin D.S., Lavrentiev Yu.B., Gubanov I.S., Lebedev A.E., Vatagin A.A.** Identification of the rational shape of the tooth of polymer multilayer products ..... 74
- Rukomoinikov A.A., Yuminov I.P., Dilmukhametov D.I., Abyzov K.A., Karimov A.D.** Stand for processing oil-water emulsion..... 81

**Subsurface use and mining sciences**

**Geomechanics, rock destruction, mining aerogasodynamics and mining thermophysics**

**Belikov A.A., Belyakov N.A.** Compliant attachment of workings in salt rocks..... 88

**Geotechnology, mining machines**

**Yungmeister D.A., Gasimov E.E., Borisov S.V., Timofeev M.I.** Study of the efficiency of rock drilling using a striker and an adjustable valve in a down-the-hole hammer ..... 96

**Knyazev A.S., Teremetskaya V.A., Gabov V.V., Nikolaev A.V.** Rationalization of the structures of mine mechanized supports based on the analysis of their development and non-trivial circuit solutions..... 106

**Zhuravlev A.G., Kardashin E.D.** Features of modeling the operation of a crushing and reloading plant while optimizing its design and technological parameters..... 112

**Gavrishev S.E., Ovsyannikov M.P.** Determination of the number and procedure for the commissioning of mining transport equipment during re-conservation of temporarily non-working pits wall ..... 122

**Verevochkin N.G.** Analysis of dynamic impact of rock on the working equipment of hydraulic excavator..... 129

**Koposov P.V., Zhukov I.A., Golikov N.S.** Jaw crushers with curved longitudinal profile of cheeks: classification, development trends and application prospects ..... 135

**Agaguena Abdelwahab, Repkina K.S., Mikhailov A.V.** Adjusting the maintenance schedule of the hydraulic excavator at the open-pit Boukhadra mine..... 146

**Botyan E.Yu., Lavrenko S.A., Korolev I.A.** Analysis of mine and technical operational conditions of dump trucks exploitation reducing the suspension service life in the iron ore deposits of Russia ..... 152



Научно-образовательный журнал

ISSN 2658-3305

**ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И  
СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ:  
НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО**

**№ 24**

Подписано в печать 28.02.24г.

Формат бумаги 60x84/8. Бумага офисная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 18,37. Тираж 300 экз. Заказ №24-03. Свободная цена.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор):  
*Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС 77 – 77557 от 31.12.2019.*

Подписной индекс по каталогу «Почта России»: ПМ179.

*Учредитель, издатель и распространитель:* Жукова Елена Валерьевна  
(ИП Жукова Е.В., ИНН 422802805198, ОГРНИП 318420500009778,  
г. Санкт-Петербург).

*Главный редактор:* Жуков Иван Алексеевич.

*Редакция:* Научно-исследовательский центр «МашиноСтроение».  
197372, г. Санкт-Петербург, пр. Комендантский, д. 28, корп. 2, оф. 117.  
<http://srcms.ru/tgism.html>  
E-mail: [spbf@srcms.ru](mailto:spbf@srcms.ru)