



---

## **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. – № 26. – 133 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;

*Двойников Михаил Владимирович* – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой бурения скважин, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, г.Санкт-Петербург;

*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;

*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. 26, 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. 26. – 133 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;
- Mikhail Dvoynikov* – doctor of technical sciences, professor, head of department of well drilling, Saint-Petersburg mining university of Empress Catherine II, Saint-Petersburg, 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;
- 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**

<b>Чунг Ч.Т., Меркурьев И.В., Сайпулаев Г.Р.</b> Разработка комплексной математической модели для оценки уровня погрешностей в определении координат многосуставной кисти руки .....	9
--	---

### **Машиностроение**

#### **2.5.2. Машиноведение**

<b>Митюшкин А.Д., Шайхутдинов А.И., Халиуллин Ф.Х., Егоров С.В.</b> Динамический анализ бесшатунного двигателя .....	17
<b>Бурьян Ю.А., Ситников Д.В., Бурьян А.А.</b> Применение ПИ-регулятора в активном динамическом гасителе колебаний .....	25
<b>Федорова А.А., Жижко А.А., Иванов К.Г.</b> Оптимизация измерения по спиральной траектории Архимеда мехатронным профилографом.....	34
<b>Янь Чуаньчао, Ли Сэнь, Жавнер М.В.</b> Способ и устройство для определения внутреннего трения пружинного аккумулятора .....	40

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

<b>Стахин Д.Р., Плотников Д.Г., Соломатов М.Г.</b> Управление рисками эксплуатации подъемно-транспортного оборудования на основе решения NP-полной задачи комбинаторной оптимизации.....	47
<b>Лакомкин А.А., Колесниченко Д.С., Немиров В.А., Саковцев И.А., Жуковская Т.О.</b> Стенд для исследования гидроабразивной очистки поверхностей от снежно-ледяных и грязевых отложений .....	54
<b>Шишкин Е.А., Смоляков А.А.</b> Моделирование взаимодействия вибрационного вальца дорожного катка с уплотняемым грунтом.....	60

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

<b>Никитин А.Г., Лубин В.А.</b> Конструкция высокопроизводительной двухкамерной щековой дробилки.....	68
<b>Долгин Д.С., Лаврентьев Ю.Б., Гуданов И.С., Лебедев А.Е., Ватагин А.А., Веткин Ю.А.</b> Проверка адекватности математической модели процесса течения полимеров в дуплексных экструзионных головках.....	73
<b>Шрон Л.Б., Богущкий В.Б.</b> Особенности применения размерного анализа при ремонте машин .....	80
<b>Дьякова Э.В.</b> Теоретическое и экспериментальное исследование производительности усовершенствованного бункерного загрузочного устройства для полуфабрикатов двухстороннего выдавливания.....	86

**Чалов В.А., Чалов А.В., Трофимченко В.Н.** Влияние дополнительной закрутки пылегазового потока на эффективность пылеулавливания в циклонах..... 95

### **Недропользование и горные науки**

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

**Протосеня А.Г., Кумов В.В.** Влияние структуры многослойного грунтового массива на его устойчивость при строительстве тоннелей щитовыми проходческими комплексами с пригрузом забоя..... 102

#### **2.8.7. Теоретические основы проектирования горнотехнических систем**

**Агафонов В.В., Козлова О.Ю.** Оптимизация основных параметров функциональной структуры рудника «Карнасурт» и срока его службы ..... 112

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

**Журавлев А.Г.** К вопросу о применении защитных решеток на приемных бункерах дробильно-перегрузочных установок..... 119

**Габараев О.З., Земляной М.А., Сахнов А.В., Зассеев И.А., Максимов Р.Н.** Обоснование блочной системы разработки нагорного месторождения минерального сырья в условиях подготовки запасов штольнями..... 127

## CONTENTS

### **Mathematics and Mechanics**

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

- Chung T.T., Merkuryev I.V., Saypulaev G.R.** Development of a complex mathematical model for assessing the level of errors in determining the coordinates of a multi-joint hand..... 9

### **Mechanical engineering**

#### **Machine science**

- Mityushkin A.D., Shaykhutdinov A.I., Khaliullin F.H., Egorov S.V.** Diagram of a turn-free engine and dynamic analysis..... 17
- Burian Yu.A., Sitnikov D.V., Burian A.A.** Application of a PI-controller in an active dynamic vibration damper..... 25
- Fedorova A.A., Zhizhko A.A., Ivanov K.G.** Optimization of measurement along the Archimedes spiral trajectory using a mechatronic profilograph ..... 34
- Yan Chuanchao, Li Sen, Zhavner M.V.** Method and apparatus for determining the internal friction of a spring accumulator ..... 40

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

- Stakhin D.R., Plotnikov D.G., Solomatov M.G.** Risk management of lifting and transport equipment operation based on the solution of NP-complete combinatorial optimization problem..... 47
- Lakomkin A.A., Kolesnichenko D.S., Nemirov V.A., Sakovtsev I.A., Zhukovskaya T.O.** Stand for research of hydroabrasive cleaning of surfaces from snow-ice and mud deposits.... 54
- Shishkin E.A., Smolyakov A.A.** Modeling of interaction between road roller vibrating drum and soil being compacted ..... 60

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

- Nikitin A.G., Lubin V.A.** The design of a high-performance two-chamber jaw crusher ..... 68
- Dolgin D.S., Lavrentiev Yu.B., Gubanov I.S., Lebedev A.E., Vatagin A.A., Vetkin Yu.A.** Verification of the adequacy of the mathematical model of the polymer flow process in duplex extrusion heads ..... 73
- Shron L.B., Bogutsky V.B.** Application features of dimensional analysis in repair of machine ... 80
- Diakova E.V.** Theoretical and experimental study of the performance of an improved hopper feeding device for semi-finished products of double-sided extrusion ..... 86
- Chalov V.A., Chalov A.V., Trofimchenko V.N.** The influence of additional swirling of the dust and gas flow on the efficiency dedusting in cyclones ..... 95

**Subsurface use and mining sciences**

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

**Protosenya A.G., Kumov V.V.** Influence of soil mass structure on its stability during tunnel construction by shield tunneling complexes in mixed faces ..... 102

**Theoretical foundations of mining engineering systems design**

**Agafonov V.V., Kozlova O.Yu.** Optimization of the main parameters of the functional structure of the Karnasurt mine and its service life ..... 112

**Geotechnology, mining machines**

**Zhuravlev A.G.** On the issue of the use of protective grilles on the receiving bunkers of crushing and reloading plants ..... 119

**Gabaraev O.Z., Zemlyanoi M.A., Sakhnov A.V., Zasseev I.A., Maximov R.N.** Substantiation of block system for development of upland mineral resource deposit under conditions of reserves preparation by adits ..... 127



Научно-образовательный журнал

ISSN 2658-3305

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

**№ 26**

Подписано в печать 30.06.24г.

Формат бумаги 60x84/8. Бумага офисная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 15,46. Тираж 300 экз. Заказ №24-14. 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)