



---

## 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 – 4 номера 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, 2022. – № 15. – 190с.

---

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, профессор кафедры машиностроения, Санкт-Петербургский горный университет, 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, профессор кафедры 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.



---

---

# 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 – 4 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, 2022. – № 15. – 190p.

---

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, professor of department of mechanical engineering, Saint-Petersburg mining university, 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, professor 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**

**Рабецкая О.И., Кудрявцев И.В., Колотов А.В., Митяев А.Е.** Приближенные формулы для определения первой собственной частоты изгибных колебаний криволинейных балок ..... 9

**Елисеев А.В., Кузнецов Н.К., Николаев А.В.** Концепция динамических инвариантов в оценке структурных особенностей механических колебательных систем ..... 18

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

**Рыбкин Н.Н.** Конечно-элементное моделирование упругогидродинамики крейцкопфного подшипника скольжения судового дизеля ДБ27 ..... 31

### **Машиностроение**

#### **2.5.2. Машиноведение**

**Соколов М.П., Земсков А.А., Куц М.С.** Тренды технического диагностирования силовых установок и трансмиссий воздушных судов ..... 37

**Барманов И.С.** Численные исследования характеристик радиальной и осевой жесткости гибридного шарикового подшипника качения ..... 47

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

**Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Бондалет И.С.** Применение силиконовых нагревательных элементов при борьбе с намерзанием грунта к рабочим органам землеройных машин ..... 53

**Поляков П.А., Задаянчук Н.А., Гончарова Н.А.** Совершенствование тягово-скоростных свойств автопоездов ..... 58

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

**Денискина Т.В., Бардовский А.Д., Герасимова А.А.** Упорядоченное шаровое измельчение минерального сырья на вибрирующей криволинейной поверхности ..... 67

**Герасимов М.Д., Любимый Н.С., Рязанцев В.Г.** Вибрационное точение конструкционных сталей и управление колебаниями режущего инструмента при токарной обработке деталей ..... 72

**Макарова Т.Г., Уразаков К.Р., Шипилова О.А., Хасаншина Э.М.** Математическое моделирование параметров системы «УЭЦН-струйный насос» ..... 79

**Сидоров Д.Е., Богущкий В.Б., Колесов А.Г., Савельев Н.В.** Разработка технологии изготовления абразивно-обдирочного инструмента на основе исследования его состава ..... 85

**Васильева М.А., Волчихина А.А., Атрощенко В.А., Зеленцова А.А.** Обоснование формы рабочей камеры магнитного перистальтического насоса..... 93

**Яицков И.А., Федотов Е.С., Стародуб М.В., Власко А.А., Кузнецов В.А.** Влияние направление воздушного потока воздуха на эффективность работы вентиляционного аппарата тормозного диска ..... 99

### **Недропользование и горные науки**

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

**Нилов А.С., Галинская О.О., Краснов В.И.** Анализ методик оценки констант хрупких материалов для модели Джонсона-Холмквиста при расчете их динамического разрушения..... 104

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

**Лагунова Ю.А., Хорошавин С.А., Набиуллин Р.Ш., Калянов А.Е.** Анализ металлоконструкций стрелы карьерного экскаватора методом неразрушающего контроля..... 115

**Корогодин А.С., Иванов С.Л., Князькина В.И., Газизуллина А.Р.** Геотехнология и горно-обогажительный плавучий комплекс для освоения месторождения «Павловское» ..... 124

**Бессонов А.Е., Шибанов Д.А., Михайлов А.В.** Влияние эргатической системы на время рабочего цикла карьерного электрического экскаватора ..... 136

**Севагин С.В., Соловых Д.Я., Мнацаканян В.У.** Выявление и обеспечение требований к качеству поверхности штока гидроцилиндра при контакте с уплотнением..... 142

**Гаращенко Ж.М., Габов В.В., Прялухин А.Ф.** Технология, способы и технические средства отработки угольных целиков ..... 151

**Алиева Л., Жуков И.А.** Анализ конструкций безлезвийного бурового инструмента и постановка проблем его совершенствования..... 157

**Юнгмейстер Д.А., Сержан С.Л., Смоленский М.П.** Расчет производительности добычного комплекса ЖМК с применением камер разрежения ..... 171

**Ватлина А.М., Коржев А.А.** Оценка уровня надежности системы транспортировки гидросмеси ..... 177

**Прушак В.Я., Диулин Д.А., Гегедеш М.Г.** Оценка прочности ствола № 2 рудника 1 РУП «ПО «Беларуськалий» на основе компьютерного моделирования..... 183

## CONTENTS

### **Mathematics and Mechanics**

#### Theoretical mechanics, dynamics of machines

**Rabetskaya O.I., Kudryavtsev I.V., Kolotov A.V., Mityaev A.E.** Approximate formulas for the first eigenfrequency of curved beams at bending vibrations..... 9

**Eliseev A.V., Kuznetsov N.K., Nikolaev A.V.** The concept of dynamic invariants in the evaluation of structural features of mechanical oscillatory systems ..... 18

#### Mechanics of a deformable solid

**Rybkin N.N.** Elastic hydrodynamic finite-element modeling of crosshead sliding bearing of marine diesel DB27 ..... 31

### **Mechanical engineering**

#### Machine science

**Sokolov M.P., Zemskov A.A., Kuts M.S.** Trends in maintenance diagnostics of aircrafts power equipment and transmission ..... 37

**Barmanov I.S.** Numerical researches of radial and axial stiffness characteristics of hybrid ball bearing ..... 47

#### Ground transportation and technological facilities and complexes

**Zenkov S.A., Dryupin P.Yu., Bondalet I.S.** The use of silicone heating elements in the fight against soil freezing to the working bodies of earth-moving machines ..... 53

**Polyakov P.A., Zadayanchuk N.A., Goncharova N.A.** Improvement of traction and speed properties road trains ..... 58

#### Machines, aggregates and technological processes

**Deniskina T.V., Bardovsky A.D., Gerasimova A.A.** Ordered ball grinding of mineral raw materials on a vibrating curved surface..... 67

**Gerasimov M.D., Lyubimiy N.S., Ryazantsev V.G.** Vibratory turning of structural steels and control of vibrations of the cutting tool in turning parts ..... 72

**Makarova T.G., Urazakov K.R., Shipilova O.A., Khasanshina E.M.** Procedure for determining system parameters "UETSJ-jet pump" ..... 79

**Sidorov D.E., Bogutskiy V.B., Kolesov A.G., Savelyev N.V.** Development of technology for the manufacture of abrasive roughing tools based on the study of its composition..... 85

- Vasilyeva M.A., Volchikhina A.A., Atroshchenko V.A., Zelentsova A.A.** Justification of the shape of the working chamber of a magnetic peristaltic pump ..... 93
- Yaitskov I.A., Fedotov E.S., Starodub M.V., Vlasko A.A., Kuznetsov V.A.** The influence of the direction of the air flow on the efficiency of the ventilation apparatus of the brake disc..... 99

**Subsurface use and mining sciences**

Geomechanics, rock destruction, mining aerogasodynamics and mining thermophysics

- Nilov A.S., Galinskaja O.O., Krasnov V.I.** Analysis of methods for estimating the constants of brittle materials for the Johnson-Holmquist model in calculating their dynamic fracture.. 104

Geotechnology, mining machines

- Lagunova Yu.A., Khoroshavin S.A., Nabiullin R.Sh., Kalyanov A.E.** Evaluation of metal structures of a mining excavator boom by non-destructive testing ..... 115
- Korogodin A.S., Ivanov S.L., Knyazkina V.I., Gazizullina A.R.** Geotechnology and mining and processing floating complex for the development of the «Pavlovskoye» deposit..... 124
- Bessonov A.E., Shibanov D.A., Mikhailov A.V.** The influence of the ergatic system on the working cycle time of a quarry electric excavator ..... 136
- Sevagin S.V., Solovykh D.Ya., Mnatsakanyan V.U.** Identification and provision of requirements for the quality of the surface of the hydraulic cylinder rod in contact with the seal ..... 142
- Garashchenko Zh.M., Gabov V.V., Pryaluhin A.F.** Technology, methods and technical means of extracting coal pillars ..... 151
- Alieva L., Zhukov I.A.** Analysis of the designs of a blade-less drilling tool and formulation of problems of its improvement ..... 157
- Yungmeister D.A., Serzhan S.L., Smolensky M.P.** Calculation of productivity of ferromanganese nodule mining complex with the use of rarefaction chambers ..... 171
- Vatlina A.M., Korzhev A.A.** Evaluating the reliability of the slurry transport system ..... 177
- Prushak V.Ya., Dziulin D.A., Gegedesh M.G.** Evaluation of the shaft No. 2 of mine 1 RUE "PA "Belaruskalii" strength based on computer simulation..... 183



Научно-образовательный журнал

ISSN 2658-3305

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

**№ 15**

Подписано в печать 30.06.22г.

Формат бумаги 60x84/8. Бумага офисная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 22,09. Тираж 300 экз. Заказ №22-14. 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)