

# ВЕСТНИК

Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова

2023. Т.21, №1

Журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. По результатам экспертной оценки ВАК журнал отнесен к категории К1. Журнал индексируется в международных и российских базах данных: Ulrich's Periodicals Directory, Crossref, Google Scholar, RSCI, ядро РИНЦ, ВИНТИ и др. Электронные версии журнала размещаются на сетевом ресурсе Научной Электронной Библиотеки в сети Интернет.

Издается с марта 2003 года

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии  
В.М. Колокольников (Россия)

Ж.-Б. Вогт (Франция), С.Е. Гавришев (Россия),  
В.Е. Громов (Россия), Я. Грум (Словения),  
И.Г. Гун (Россия), М. Дабала (Италия),  
Х. Дыя (Польша), Р.О. Дюссан (Индия),  
Р. Кавалла (Германия), В.Н. Калмыков (Россия),  
Д.Р. Каплунов (Россия), А.Г. Корчунов (Россия),  
О.С. Логунова (Россия), Д. Милованович (Сербия),  
К. Мори (Япония), И. Мусирин (Малайзия),  
А.Б. Найзабеков (Казахстан), Н.Н. Орехова (Россия),  
М. Пьетшик (Польша), В.Ф. Рашников (Россия),  
Г.А. Роджерсон (Великобритания), В.М. Счастливцев (Россия),  
О.Н. Тулупов (Россия), Ю. Фенг (Китай),  
В.Р. Храмшин (Россия), Р. Цин (Великобритания)

## РЕДАКЦИЯ

Главный редактор О.Н. Тулупов

Первый заместитель главного редактора  
М.А. Полякова

Заместители главного редактора:

А.Г. Корчунов, О.С. Логунова,  
Н.Н. Орехова, В.Р. Храмшин

Редактор Н.П. Боярова

Технический редактор А.А. Нерода

Перевод на английский О.Е. Сухих

Дизайн обложки: А.Д. Григорьев

© ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2023

Подписной индекс издания 48603 в объединенном каталоге «Пресса России», том 1.

Также подписку в оперативном режиме можно оформить и оплатить в удобной для Вас форме на подписной страничке сайта Агентства «Книга-Сервис» по ссылке:

код html: <http://www.akc.ru/itm/vestnik-magnitogorskogo-gosudarstvennogo-tehnicheskogo-universiteta-im-gi-nosova/>

Свидетельство о регистрации ПИ №ФС 77-59632 от 10.10.2014 г.

Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Учредитель – Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова.

(455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38).

16+, в соответствии с Федеральным законом №436-ФЗ от 29.12.2010.

## Адрес редакции:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»  
пр. К. Маркса, 45/2, оф. 402  
Тел.: (3519) 22-14-93.  
URL: <http://www.vestnik.mgtu.ru>  
Email: [vestnik@mgtu.ru](mailto:vestnik@mgtu.ru); [rio\\_mgtu@mail.ru](mailto:rio_mgtu@mail.ru)

## Адрес издателя:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. К. Маркса, 45/2,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», издательский центр

## Адрес типографии:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», участок оперативной полиграфии  
Выход в свет 27.03.2023. Заказ 84. Тираж 500 экз. Цена свободная.

# VESTNIK

of Nosov Magnitogorsk State Technical University

---

2023. Vol.21, no.1

---

The journal is included in the List of Russian Peer-Reviewed Scientific Journals, which are supposed to publish the major results of doctoral and PhD theses. Following an expert assessment of the Higher Attestation Commission, the journal is classified as category K1. The journal is indexed in international and Russian databases: Ulrich's Periodicals Directory, Crossref, Google Scholar, RSCI, the core of RSCI, VINITI (the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences), and others. Digital versions of the journal are available at the network resource of the Scientific Electronic Library on the Internet.

PUBLISHED SINCE MARCH, 2003

## EDITORIAL BOARD MEMBERS

Head of the Editorial Board V.M. Kolokoltsev (Russia)

M. Dabala' (Italy), R.O. Dusane (India),  
H. Dyja (Poland), Ye Feng (China),  
S.E. Gavrishev (Russia), V.E. Gromov (Russia),  
J. Grum (Slovenia), I.G. Gun (Russia),  
V.N. Kalmykov (Russia), D.R. Kaplunov (Russia),  
R. Kawalla (Germany), V.R. Khramshin (Russia),  
A.G. Korchunov (Russia), O.S. Logunova (Russia),  
D. Milovanovic (Serbia), K. Mori (Japan),  
I. Musirin (Malaysia), A.B. Naizabekov (Kazakhstan),  
N.N. Orekhova, M. Pietrzyk (Poland), R. Qin (UK),  
V.F. Rashnikov (Russia), G.A. Rogerson (UK),  
V.M. Schastlivtsev (Russia), O.N. Tulupov (Russia),  
J.-B. Vogt (France)

## EDITORIAL STAFF

Editor-in-Chief O.N. Tulupov

First Deputy Chief Editor M.A. Polyakova

Deputy Chief Editors:

A.G. Korchunov, O.S. Logunova,  
V.R. Khramshin, N.N. Orekhova

Editor N.P. Boyarova

Technical Editor A.A. Neroda

Translated into English O.E. Sukhikh

The cover is designed by A.D. Grigorev

© Federal State Budgetary Institution of Higher Education  
Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2023

Registration certificate PI # FS 77-59632 dated October 10, 2014 is issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media.

Founder – Nosov Magnitogorsk State Technical University  
(38, pr. Lenina, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, 455000)

16+ in accordance with Federal Law №436-FZ dated 29.12.2010

## Editorial office:

402, 45/2 Karl Marks prospekt,  
Magnitogorsk, Chelyabinsk region, 455000, Russia  
Nosov Magnitogorsk State Technical University  
Phone: +7 (3519) 221 493.  
URL: <http://www.vestnik.magtu.ru>  
Email: [vestnik@magtu.ru](mailto:vestnik@magtu.ru); [rio\\_mgtu@mail.ru](mailto:rio_mgtu@mail.ru);

## Publisher office:

45/2 Karl Marks prospekt, Magnitogorsk, Chelyabinsk region, 455000, Russia  
Nosov Magnitogorsk State Technical University

## Printing office:

38 Lenin prospekt, Magnitogorsk, Chelyabinsk region, 455000, Russia  
Nosov Magnitogorsk State Technical University

Publication date: 27.03.2023. Order 84. Circulation: 500. Open price.

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ..... 5

*Доможиров Д.В.*

К вопросу повышения эффективности добычи и переработки минерального сырья за счет управления параметрами буровзрывных работ для достижения требований к качеству ..... 5

*Логинов Е.В., Масальский С.С.*

Исследование технических характеристик серийно выпускаемых моделей выемочно-погрузочного оборудования разных типов ..... 15

*Чебан А.Ю., Секисов А.Г.*

Комбинированная технология разработки сложноструктурных глубокозалегающих россыпей золота ..... 24

### ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ..... 32

*Серебрякова А.А., Загуляев Д.В., Шляров В.В., Шлярова Ю.А., Иванов Ю.Ф., Устинов А.М.*

Исследование механических характеристик и морфологии поверхности разрушения сплава АК5М2, поверхностно модифицированного титаном ..... 32

*Гузев В.И., Сергеев С.В., Нуркенов А.Х., Батуев В.В., Сергеев Ю.С., Нестерук Е.В.*

Исследование колебаний технологической системы роботизированного комплекса для реализации методики проектирования операции механической обработки вращающимися инструментами ..... 45

*Сызранцев В.Н., Стариков А.И.*

Геометрия резцовой головки для модификации профиля арочных зубьев цилиндрических колес ..... 55

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ..... 65

*Дранкова Н.А., Денисова Я.В.*

Проблемы эффективности системы менеджмента качества и пути их решения в условиях новой экономической среды ..... 65

*Прыткова Е.А., Давыдов В.М.*

Анализ применения иерархических нейросетевых методов в контроле качества ..... 74

### МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ..... 82

*Ерошенко В.О., Малькова М.Ю., Задиранов А.Н., Мецхеряков А.В.*

Разработка модели для печати лопаток турбин на 3D-принтере ..... 82

*Константинов Д.В., Матвеев С.В., Песин А.М., Корчунов А.Г., Пивоварова К.Г.*

Применение самозаклинивающихся структур: демонстрация концепции на основе КЭ-моделирования ..... 93

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ..... 100

*Спиридонов Е.К., Исмагилов А.Р., Хабарова Д.Ф.*

Исследование и разработка пневматического запорного устройства эжекционного типа для предотвращения выхлопа агрессивных газов ..... 100

## CONTENTS

### MINING ..... 5

*Domozhirov D.V.*

On the Issue of Increasing Efficiency of Mining and Processing of Mineral Raw Materials by Controlling the Parameters of Drilling and Blasting Operations to Achieve Quality Requirements ..... 5

*Loginov E.V., Masalskiy S.S.*

Research on Technical Characteristics of Mass-Produced Models of Extraction and Loading Equipment of Various Types ..... 15

*Cheban A.Yu., Sekisov A.G.*

Combined Technology for the Development of Complex Structure Deep Gold Placers ..... 24

### MATERIAL PROCESS ENGINEERING ..... 32

*Serebryakova A.A., Zaguliaev D.V., Shlyarov V.V., Shliarova Yu.A., Ivanov Yu.F., Ustinov A.M.*

Study on Mechanical Characteristics and Fracture Surface Morphology of the Ti Surface-Modified AK5M2 Alloy ..... 32

*Guzeev V.I., Sergeev S.V., Nurkenov A.Kh., Batuev V.V., Sergeev Yu.S., Nesteruk E.V.*

Study on Oscillations of the Technological System of a Robotic Complex to Implement the Technique of Designing Rotary Machining Operations ..... 45

*Syzrantsev V.N., Starikov A.I.*

Cutter Head Geometry to Modify the Cylindrical Wheel Arc Teeth Profile ..... 55

### STANDARDIZATION, CERTIFICATION AND QUALITY MANAGEMENT ..... 65

*Drankova N.A., Denisova Ya.V.*

Problems of Efficiency of the Quality Management System and Ways to Solve Them in the New Economic Environment ..... 65

*Prytkova E.A., Davydov V.M.*

Analysis of the Use of Hierarchical Neural Network Methods in Quality Control ..... 74

### MODELLING OF METALLURGICAL PROCESSES ..... 82

*Eroshenko V.O., Malkova M.Yu., Zadiranov A.N., Meshcheryakov A.V.*

Development of a Model for 3D Printing of Turbine Blades ..... 82

*Konstantinov D.V., Matveev S.V., Pesin A.M., Korchunov A.G., Pivovarov K.G.*

Application of Interlocking Structures: FEM-Based Concept Demonstration ..... 93

### NEW TECHNOLOGICAL PROCESSES AND EQUIPMENT ..... 100

*Spiridonov E.K., Ismagilov A.R., Khabarova D.F.*

Research and Development of a Pneumatic Shut-Off Device of an Ejection Type to Prevent the Exhaust of Hazardous Gases ..... 100

**ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ  
И РЫНОК ПРОДУКЦИИ..... 109**

**Жилина В.А.**

Социотехническая системность и универсальность  
современной инженерии: Homo Technology ..... 109

**Пономарева О.С., Майорова Т.В., Приймак В.А.**

Разработка и внедрение системы КРІ  
на предприятиях металлургической отрасли ..... 118

**Назаревич С.А.**

Показатели инновационного поведения  
для мониторинга состояния готовности  
организационной системы к проведению  
изменений..... 126

**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ, ПОДГОТОВКА  
И ОБУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ..... 134**

**Андреева О.В., Пыталев И.А.,**

**Шестопалов Е.В., Якишина В.В.**

Обоснование необходимости применения  
профессионально-прикладной физической  
культуры в подготовке специалистов  
горного дела ..... 134

**ECONOMICS, MANAGEMENT  
AND PRODUCT MARKET..... 109**

**Zhilina V.A.**

Sociotechnical Consistency and Universality  
of Modern Engineering: Homo Technology..... 109

**Ponomareva O.S., Maiorova T.V., Priymak V.A.**

Development and Implementation of the KPI  
System at Metallurgical Enterprises ..... 118

**Nazarevich S.A.**

Indicators of Innovative  
Behavior Used to Monitor Readiness  
of the Organizational System  
for Changes..... 126

**DEVELOPMENT STRATEGY, SPECIALIST  
EDUCATION AND PROFESSIONAL TRAINING.... 134**

**Andreeva O.V., Pytalev I.A.,**

**Shestopalov E.V., Yakshina V.V.**

Providing a Rationale for a Need  
for Occupation-Specific  
Applied Physical Education  
in Training of Mining Specialists ..... 134