



Основан в 1825 году  
при Горном кадетском корпусе

# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

**Базовый печатный орган Межправительственного совета стран СНГ  
по разведке, использованию и охране недр**

**Официальный информационный орган Федерального УМО  
«Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия»**

Журнал выпускается при участии: АК «АЛРОСА» (ПАО), АО «Апатит»,  
ПАО «ГМК «Норильский никель», НПК «Механобр-техника» (АО)

При содействии: ФГБУН ИГКОН РАН, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный  
университет», Государственного предприятия «Навоийский ГМК», НП «Горнопромышленники  
России», Государственного Эрмитажа

## УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:

Акционерное общество «Издательский дом «Руда и Металлы», федеральное  
государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
Автономная некоммерческая организация «Информационный телеканал «Хибины ТВ»

*Председатель правления «Горного журнала» Л. А. Вайсберг*

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Л. А. Пучков (главный редактор), В. В. Адушкин, В. Ж. Арэнс, А. А. Барях,  
О. С. Брюховецкий, Л. А. Вайсберг, Н. Г. Валиев, В. А. Винников (руководитель  
секции «Физика горных пород и процессов»), А. Г. Воробьев (зам. главного  
редактора), Л. Д. Гагут (руководитель секции «Экономика, управление,  
недропользование»), Ж. К. Галиев, В. А. Ерёменко, Б. Н. Заровняев,  
В. Н. Захаров, В. П. Зубов, И. В. Зырянов, П. А. Игнатов, С. А. Ильин,  
О. И. Казанин, Н. О. Каледина (руководитель секции «Охрана труда и окружающей  
среды»), Д. Р. Каплунов (руководитель секции «Разработка месторождений  
и горно-строительные работы»), Е. А. Козловский (руководитель секции «Сырьевая  
база»), Г. Л. Краснянский, С. В. Кривовичев, В. С. Литвиненко, А. Б. Макаров,  
Ю. Н. Малышев, О. Н. Мальгин, О. С. Мисников, Д. В. Пастихин, В. Л. Петров  
(руководитель секции «Образование и кадровое обеспечение горной  
промышленности»), Г. Г. Пивняк, В. С. Святецкий, И. О. Темкин, Е. М. Титиевский,  
С. М. Ткач, К. Н. Трубецкой, В. А. Чантурия (руководитель секции «Переработка  
и комплексное использование полезных ископаемых»), А. Н. Шабаров,  
Е. Е. Шешко (руководитель секции «Горное оборудование, электроснабжение  
и автоматизация»), Т. И. Юшина, А. Б. Яновский

## РУКОВОДИТЕЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВ В СТРАНАХ И РЕГИОНАХ:

Азим Иброхим (Таджикистан), С. С. Арзуманян (Армения),  
Ю. И. Волков (КМА, Россия), С. Вуйич (Сербия), И. И. Головатый (Беларусь),  
О. А. Одеков (Туркменистан), И. Ю. Рассказов (Дальневосточный регион, Россия),  
У. Д. Рыскулов (Кыргызстан), И. Б. Табакман (Канада), А. Г. Твалчрелидзе (Грузия),  
Л. И. Тотев (Болгария), Ф. Уолл (Великобритания), А. Ф. Цеховой (Казахстан),  
К. С. Санакулов (Кызылкумский регион, Узбекистан), М. Эрикссон (Швеция),  
З. Дж. Эфендиева (Азербайджан), В. Л. Яковлев (Средний и Полярный Урал, Россия)

**Журнал по решению ВАК Министерства образования и науки РФ включен  
в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых  
должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций  
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» по разработке  
месторождений твердых полезных ископаемых, экономике, энергетике**

**Журнал входит в Международные реферативные базы данных  
SCOPUS и CHEMICAL ABSTRACTS SERVICE**

Ежемесячный научно-технический  
и производственный журнал

№ 3 (2272)  
МАРТ 2020

Подписные индексы:

в каталоге агентства «Роспечать» – 73075  
в объединенном каталоге «Пресса России» – 45343

## РЕДАКЦИЯ:

зам. главного редактора А. Г. Воробьев,  
ведущий редактор Л. Е. Костина,  
редактор В. А. Елистратова  
младший редактор М. А. Крутикова  
консультант по горному делу С. А. Ильин,  
менеджер по рекламе Н. И. Колыхалова,  
специалист по допечатной  
подготовке Д. И. Воробьева

**Издатель – АО «Издательский дом «Руда и Металлы»**

**Адрес издателя:** 119049, Москва, Ленинский просп., д. 6,  
строение 2, НИТУ «МИСиС», оф. 622

**Адрес редакции:** 119049, Москва, Ленинский просп., д. 6, стр. 2  
НИТУ «МИСиС», оф. 619  
Тел.: +7 (499) 236-10-62

Эл. почта: [gornjournal@rudmet.ru](mailto:gornjournal@rudmet.ru)

**Почтовый адрес:** 119049, Москва, а/я № 71

**Отдел рекламы:**

Тел/факс: +7 (499) 236-11-86

Эл. почта: [reklama@rudmet.ru](mailto:reklama@rudmet.ru)

[www.rudmet.ru](http://www.rudmet.ru)

**Ежемесячный научно-технический  
и производственный журнал «Горный журнал»**

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
(Свидетельство ПИ № ФС77-76119 от 24.06.2019 г.)

Товарный знак и название «Горный журнал» являются исключительной  
собственностью Издательского дома «Руда и Металлы»

Отпечатано в типографии ООО «Буки Веди»

Адрес типографии: 115093, г. Москва, Партийный переулок, д. 1, корп. 58,  
стр. 3, пом. 11

Подписано в печать с оригинал-макета 19.03.2020

Дата выхода в свет: 27.03.20

Формат 60×90/8. Печ. л. 14,5

Печать офсетная. Бумага мелованная

Тираж 3000 экз. Цена свободная

- За достоверность рекламной информации  
ответственность несет рекламодатель
- За достоверность научно-технической информации  
ответственность несет автор
- Все материалы, поступающие в редакцию,  
строго рецензируются и рассматриваются на заседаниях  
соответствующих секций и редакционной коллегии
- Мнение редакции может не совпадать с позицией  
авторов статей, опубликованных в журнале
- Перепечатка материалов возможна только  
с письменного разрешения редакции
- При перепечатке ссылка на «Горный журнал» обязательна
- За сроки размещения опубликованных статей в базе  
данных Scopus редакция ответственности не несет

ISSN 0017-2278



9 770017 227004 >

# СОДЕРЖАНИЕ

## ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ ООО «ПЕРМГЕОЛНЕРУД»

**Козлов А. С.** Перспективы развития минерально-сырьевой базы промышленности Пермского края . . . . . 5

## ГЕОЛОГИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Портнов А. М.** Радиогеохимическая специализация по калию и торию — индикатор при аэрогеофизических поисках месторождений . . . . . 9

## ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД И ПРОЦЕССОВ

**Жабко А. В., Валиев Н. Г., Половов Б. Д.**  
Аналитический способ определения параметров процесса сдвижения горных пород . . . . . 13

**Тарасов Б. Г.** Веерный механизм как инициатор землетрясений и горных ударов на глубоких горизонтах . . . . . 18

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

**Куликов В. В., Попов С. М., Гольдман Е. Л., Куликова А. С.**  
Основы эколого-экономической оценки использования композитных материалов и конструкций при сооружении коммуникаций под водными объектами города . . . . . 24

## ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

**Харитонов Н. А., Харитонов Е. Н., Шайдуллина В. К.**  
Альтернативные способы привлечения инвестиций в добычу золота: российский и зарубежный опыт . . . . . 28

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Аленичев В. М., Сытенков В. Н., Корнилов С. В., Яковлев В. Л.** Стратегия управления открытыми горными работами . . . . . 34

## ПЕРЕРАБОТКА И КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Бауман А. В., Степаненко А. И., Степаненко А. А.**  
Практические результаты и перспективы сухого обогащения руд и нерудных материалов методом пневмосепарации . . . . . 40

**Черноусенко Е. В., Алексеева С. А., Рукленко Е. Д., Митрофанова Г. В.** Перспективы вовлечения в переработку труднообогатимых медно-никелевых руд и складированных отходов . . . . . 45

**Скороходов В. Ф., Хокуля М. С., Фомин А. В., Никитин Р. М.** Использование моделей обогатительных аппаратов для оценки технологических показателей переработки минерального сырья . . . . . 50

## ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

**Бардовский А. Д., Герасимова А. А., Бибики П. Я.**  
Разработка принципов совершенствования измельчительного оборудования . . . . . 56

**Дорогин С. В., Ганин Д. Р.** Модернизация пластинчатого питателя 1-15-90А на Орском щебеночном заводе . . . . . 59

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО. АВТОМАТИЗАЦИЯ

**Еременко Ю. И., Халапян С. Ю., Анпилов А. О.** Повышение энергоэффективности процесса обезвоживания железорудного концентрата путем его автоматизации на основе нейросетевых технологий . . . . . 62

## ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

**Филин А. Э., Овчинникова Т. И., Зиновьева О. М., Меркулова А. М.** Развитие пульсирующей вентиляции в горном производстве . . . . . 67

**Гупало В. С., Казаков К. С., Коновалов В. Ю., Демин А. В.**  
О синхронизации мероприятий программы исследований массива с проходческими работами при создании подземной исследовательской лаборатории в Нижнеканском массиве . . . . . 72

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Замана Л. В., Абрамова В. А., Хвостова Т. Е., Чечель Л. П.**  
Соединения азота в водах зоны техногенеза рудных месторождений Восточного Забайкалья . . . . . 79

## НОВОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРАН СНГ

**Эфендиева З. Дж., Халифа-заде Ч. М.** Перспективы использования горючих сланцев Азербайджана . . . . . 84

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ

**Мишук С. Н., Фетисов Д. М., Орел Т. В.** Реализация кадровой политики на предприятиях горной промышленности Дальнего Востока России в условиях дефицита трудовых ресурсов (на примере Кимкано-Сутарского горно-обогатительного комбината) . . . . . 88

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

**Косьянов В. А., Керимов В. Ю., Мустаев Р. Н., Машкова А. М.** Россия — Африка: научно-образовательное и технологическое сотрудничество как основа инновационной модели международных отношений (итоги первого саммита и экономического форума Россия — Африка) . . . . . 93

## ЮБИЛЕИ

Козыреву Анатолию Александровичу — 80 лет . . . . . 39  
Ерёменко Виталию Андреевичу — 50 лет . . . . . 97

## ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Ерёменко В. А.** Актуальные вопросы геотехнического обеспечения горных работ (по итогам II Технического совета по геомеханике) . . . . . 97

## РЕКЛАМА

На обложке:  
ООО «ГЕОБРУГТ»  
«Уголь России и Майнинг-2020» — XI Международная специализированная выставка  
ООО «Гормашэкспорт»  
На цветных вкладках:  
ООО «Либхерр Русланд»  
АО «Машиностроительный холдинг»  
АО «Горнопромышленная финансовая компания»  
ООО «ЭРГА ПЛЮС»  
ООО «СПК-Стык»  
VIII Балканский горный конгресс (Сербия)  
ООО «Цеппелин Русланд»  
«Индустрия камня -2020» — 21-я Международная выставка  
«Добыча, обработка, использование природного камня»  
«Эффективное освоение месторождений полезных ископаемых» — X Международная научно-практическая конференция  
«Mining World Russia 2020» — 24-я Международная выставка машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых  
На черно-белых полосах:  
Ore&Metals Weekly — Еженедельные новости горной промышленности и металлургии . . . . . 17  
Подписка на «Горный журнал» на 2020 год . . . . . 44  
Подписка на «Eurasian Mining» на 2020 год . . . . . 66  
Санаторий «Криница» — старейшая здравница Республики Беларусь . . . . . 103  
Содержание журнала «Eurasian Mining» № 2 2020 . . . . . 104

## MONTHLY SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

The basic edition of the Intergovernmental council of CIS countries in exploration, usage and protection of the earth bowels

With participation of “ALROSA” PJSC, “Apatit” JSC,  
PJSC “MMC “NORILSK NICKEL”, “Mekhanobr-Technica” JSC  
With assistance of IPKON RAN, Ural State Mining University, State enterprise Navoi mining  
and metallurgical works, “Gornopromyshlenniki Rossii” non-commercial partnership,  
State Hermitage Museum

Founders: “Ore & Metals” Publishing house, National University of Science  
and Technology “MISiS”, Autonomous Noncommercial Organization  
“TV News Channel “Khibiny TV”

The journal has been published since 1825  
at Mining military school

Publisher: “Ore & Metals” publishing house  
Phone/fax: +7 (495) 638-45-18  
E-mail: rim@rudmet.com

Chairman of the managing board: **Leonid Vaisberg**  
Editor-in-Chief: **Lev Puchkov**  
Deputy Editor-in-Chief: **Alexander Vorobiev**  
Mining consultant: **Sergey Il'yin**

Actual address: Moscow, Leninsky prospekt 6 bld. 2, office 619  
Mailing address: Russia, 119049, Moscow, P.O. Box # 71  
Phone/fax: +7 (499) 236-10-62, +7 (499) 236-11-86  
E-mail: gornjournal@rudmet.com  
Internet: www.rudmet.com

Leading editor: **Lyudmila Kostina**  
Editor: **Vera Elistratova**  
Junior editor: **Margarita Krutikova**  
Advertising manager: **Natalia Kolykhalova**  
Responsible for pre-printing work: **Daria Vorobyeva**

Printed in Buki Vedi, LLC

## CONTENTS

### GEOLOGY OF MINERALS

**Portnov A. M.** Potassium and thorium radiogeochemical  
specialization – a mineral deposit indicator in exploration by  
aerogeophysical survey . . . . . 9

### PHYSICS OF ROCKS AND PROCESSES

**Zhabko A. V., Valiev N. G., Polovov B. D.** Analytical  
determination of strata movement parameters . . . . . 13

**Tarasov B. G.** The fan mechanism as an initiator of deep-level  
earthquakes and rock bursts . . . . . 18

### DESIGNING AND MINING-CONSTRUCTIONS WORK

**Kulikov V. V., Popov S. M., Goldman E. L., Kulikova A. S.**  
Fundamentals of ecological and economic assessment of the  
use of composite materials and structures in the construction  
of supply lines under water bodies of a city . . . . . 24

### ECONOMY, ORGANIZATION AND MANAGEMENT

**Kharitonova N. A., Kharitonova E. N., Shaydullina V. K.**  
Alternative methods of attracting investments in the gold  
mining industry: Russian and foreign experience . . . . . 28

### DEVELOPMENT OF DEPOSITS

**Alenichev V. M., Sytenkov V. N., Kornilov S. V.,  
Yakovlev V. L.** Open pit mining management strategy . . . . . 34

### PROCESSING AND COMPLEX USAGE OF MINERAL RAW MATERIALS

**Bauman A. V., Stepanenko A. I., Stepanenko A. A.**  
The working knowledge and prospects for dry concentration  
of ores and nonmetallic materials by pneumatic separation . . . . 40

**Chernousenko E. V., Alekseeva S. A., Rukhlenko E. D.,  
Mitrofanova G. V.** Prospects for feasibility of processing  
of refractory copper–nickel ores and waste stockpiles . . . . . 45

**Skorokhodov V. F., Khokhulya M. S., Fomin A. V.,  
Nikitin R. M.** The use of computer models of separators for  
the performance evaluation of mineral processing . . . . . 50

### EQUIPMENT AND MATERIALS

**Bardovsky A. D., Gerasimova A. A., Bibikov P. Ya.**  
Principles of improvement of milling equipment . . . . . 56

**Dorogin S. V., Ganin D. R.** Remodeling of plate feeder  
1-15-90A at the Orsk Crushed Stone Plant . . . . . 59

### POWER SYSTEM MANAGEMENT. AUTOMATION

**Eremenko Yu. I., Khalapyan S. Yu., Anpilov A. O.**  
Improving energy efficiency of iron ore concentrate dehydration  
through automation using neural technologies . . . . . 62

### INDUSTRY SAFETY AND LABOUR PROTECTION

**Filin A. E., Ovchinnikova T. I., Zinoveva O. M.,  
Merkulova A. M.** Advance of pulsating ventilation in mining . . . 67

**Gupalo V. S., Kazakov K. S., Konovalov V. Yu., Demin A. V.**  
Synchronization of rock mass exploration program and heading  
operations in creation of underground research laboratory in  
the Nizhnekansk Massif . . . . . 72

### ENVIRONMENTAL PROTECTION

**Zamana L. V., Abramova V. A., Khvostova T. E., Chechel L. P.**  
Nitrogen compounds in water in technogenesis zones of ore  
deposits in the Eastern Transbaikalia area . . . . . 79

### MINING NEWS FROM CIS COUNTRIES

**Efendieva Z. J., Khalifa-zade Ch. M.** Prospects for the use  
of oil shale in Azerbaijan . . . . . 84

### TRAINING OF PERSONNEL

**Mishchuk S. N., Fetisov D. M., Orel T. V.** Human resources  
management in Russia's Far East mines in the conditions of  
manpower shortage (in terms of the Kimkan–Sutara Mining  
and Processing Plant) . . . . . 88