

**IZVESTIYA VYSSHIKH UCHEBNYKH ZAVEDENII
GORNYY ZHURNAL**

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ



ISSN 2686-9853 (Online)

ISSN 0536-1028 (Print)

Учредитель и издатель
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

Научно-технический журнал

MINERALS AND MINING
ENGINEERING

Scientific and technical journal

ВЫПУСК 6
ISSUE 6

2024

Уральский государственный горный университет
Ural State Mining University

Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2024. № 6
Minerals and Mining Engineering. 2024. No. 6

eLIBRARY.RU



Электронно-библиотечная
система



ULRICHSWEBTM
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



ИБИС
ИНФОРМАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

EBSCO
Information Services

Журнал выходит 6 раз в год

«Известия высших учебных заведений. Горный журнал» – рецензируемый научно-технический журнал, публикующий статьи в области горной науки, горного образования, добычи и переработки полезных ископаемых. К публикации принимаются статьи на русском и английском языках. Полнотекстовая версия журнала публикуется в свободном доступе на сайте <https://mining-science.ru>, а также на платформе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Более полная информация и правила оформления статей размещены на сайте журнала.

The journal is issued 6 times a year

Minerals and Mining Engineering is a peer-reviewed scientific and technical journal that publishes scientific articles on mining, mining education, mineral extraction and processing. The journal accepts articles in Russian and English for publication. Full-text articles are freely available on the website of the journal <http://mining-science.ru> and in the database of Russian Science Citation Index (RISC). Please visit the journal's website for details and article submission guidelines.

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» (в соответствии с распоряжением Минобрнауки России от 28 декабря 2018 г. № 90-р)

Журнал распространяется по подписке агентством «Урал-Пресс»

**Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-76015 от 19.06.2019 выдано Федеральной
службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций**

Уважаемые студенты, аспиранты, преподаватели, сотрудники и выпускники Уральского государственного горного университета!



Поздравляю вас со значимой датой – 110-летием основания Горного института, старейшего вуза Екатеринбурга и всего Урала, известного теперь как Уральский государственный горный университет.

Горный институт был образован в 1914 году по указу императора Николая II с надеждой на то, что «учреждаемый новый рассадник знаний по горному делу даст родине полезных тружеников на поприще этой важной отрасли промышленности» (из письма Николая II). По прошествии более чем ста лет мы можем с полным правом утверждать, что эта надежда оправдалась.

Сегодня Уральский государственный горный университет – флагман высшего горного образования, осуществляющий подготовку высококвалифицированных специа-

листов на пяти факультетах. Вуз является участником программы «Приоритет 2030», одно из основных направлений его развития – научно-исследовательская деятельность. Активно ведется международное сотрудничество, студенты университета традиционно занимают призовые места на соревнованиях разных уровней.

Сохраняя лучшие из традиций и дополняя их современными подходами, мы отвечаем всем вызовам современности и уверенно смотрим в будущее.

*И. о. ректора
Уральского государственного горного университета,
кандидат геолого-минералогических наук Г. И. Батрак*



ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

Научно-технический журнал. Издаётся с 1958 года

Выходит 6 раз в год

2024. № 6

Учредитель и издатель

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Главный редактор

**Н. Г. ВАЛИЕВ, Уральский государственный горный университет,
г. Екатеринбург**

Заместитель главного редактора

Ю. И. ЛЕЛЬ, Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Аленичев В. М. *Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

Апакашев Р. А. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Афанасьев А. И. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Бабенко А. Г. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Битимбаев М. Ж. *Корпорация Казахмыс, г. Караганда, Республика Казахстан*

Блинков О. Г. *Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург*

Боярских Г. А. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Галиев С. Ж. *Национальная академия наук Республики Казахстан, г. Алматы,
Республика Казахстан*

Гордеев В. А. *Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар*

Давыдов С. Я. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Демин В. Ф. *Карагандинский технический университет, г. Караганда,
Республика Казахстан*

Дондов Д. *Монгольский государственный университет науки и технологий,
г. Улан-Батор, Монголия*

Дребенштедт К. *Фрайбергская горная академия, г. Фрайберг, Федеративная
Республика Германия*

Душин А. В. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Жабко А. В. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Зелинская Е. В. *Иркутский национальный исследовательский технический
университет, г. Иркутск*

Зобнин Б. Б. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

Зырянов И. В. *Северо-Восточный федеральный университет, г. Мирный*

Игнатьева М. Н. *Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург*

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

Научно-технический журнал. Издаётся с 1958 года

Выходит 6 раз в год

2024. № 6

- Калмыков В. Н. Магнитогорский государственный технический университет,
г. Магнитогорск
- Картозия Б. А. Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС», г. Москва
- Кашников Ю. А. Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, г. Пермь
- Козин В. З. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Комиссаров А. П. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Косарев Н. П. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Косолапов А. И. Сибирский федеральный университет, г. Красноярск
- Кравчук И. Л. Институт горного дела УрО РАН, г. Челябинск
- Лагунова Ю. А. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Лапин С. Э. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Лапин Э. С. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Литвиненко В. С. Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербурге
- Макаров В. Н. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Мочалова Л. А. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Носырев М. Б. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Панкратенко А. Н. Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС», г. Москва
- Петров В. Л. Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС», г. Москва
- Пивняк Г. Г. Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»,
г. Днепр, Украина
- Расулов С. Р. Азербайджанский государственный университет нефти
и промышленности, г. Баку, Азербайджанская Республика
- Рыльникова М. В. Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г. Москва
- Семин А. Н. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Симисинов Д. И. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Стровский В. Е. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Топалов С. Й. Университет горного дела и геологии Св. Иоанна Рыльского, г. София,
Республика Болгария
- Трыбальский К. Научно-технический университет им. С. Сташица, г. Краков,
Республика Польша
- Цыпин Е. Ф. Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
- Филатов В. В. Владимирский государственный университет, г. Владимир
- Яковлев В. Л. Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

MINERALS AND MINING ENGINEERING

Scientific and technical journal. First published in 1958

6 issues a year

2024. No. 6

Founder and publisher

URAL STATE MINING UNIVERSITY

Editor-in-chief

N. G. VALIEV, Ural State Mining University, Ekaterinburg

Deputy editor-in-chief

Iu. I. LEL, Ural State Mining University, Ekaterinburg

EDITORIAL BOARD

Alenichev V. M. *Institute of Mining UB RAS, Ekaterinburg*

Apakashev R. A. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Afanasiev A. I. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Babenko A. G. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Bitimbaev M. Zh. *Kazakhmys Corporation, Karaganda, Republic of Kazakhstan*

Blinkov O. G. *Ural Federal University, Ekaterinburg*

Boiarskikh G. A. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Galiev S. Zh. *National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty,
Republic of Kazakhstan*

Gordeev V. A. *Kuban State Technological University, Krasnodar*

Davydov S. Ia. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Demin V. F. *Karaganda Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan*

Dondov D. *The Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia*

Drebenstedt C. *Freiberg Mining Academy, Freiberg, Federal Republic of Germany*

Dushin A. V. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Zhabko A. V. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Zelinskaia E. V. *Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk*

Zobnin B. B. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Zyrianov I. V. *North-Eastern Federal University, Mirny*

Ignatieva M. N. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

MINERALS AND MINING ENGINEERING

Scientific and technical journal. First published in 1958

6 issues a year

2024. No. 6

Kalmykov V. N. *Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk*

Kartozia B. A. *National University of Science and Technology "MISIS", Moscow*

Kashnikov Iu. A. *Perm National Research Polytechnic University, Perm*

Kozin V. Z. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Komissarov A. P. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Kosarev N. P. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Kosolapov A. I. *Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Kravchuk I. L. *Institute of Mining UB RAS, Chelyabinsk*

Lagunova Iu. A. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Lapin S. E. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Lapin E. S. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Litvinenko V. S. *Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg*

Makarov V. N. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Mochalova L. A. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Nosyrev M. B. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Pankratenko A. N. *National University of Science and Technology "MISIS", Moscow*

Petrov V. L. *National University of Science and Technology "MISIS", Moscow*

Pivniak G. G. *Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine*

Rasulov S. R. *Azerbaijan State Oil Industry University, Baku, Republic of Azerbaijan*

Rylnikova M. V. *Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources (IPKON) RAS, Moscow*

Semin A. N. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Simisinov D. I. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Strovskii V. E. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Topalov S. I. *Sofia University of Mining and Geology, Sofia, Republic of Bulgaria*

Trybalskii K. *AGH University of Science and Technology, Krakow, Republic of Poland*

Tsy-pin E. F. *Ural State Mining University, Ekaterinburg*

Filatov V. V. *Vladimir State University, Vladimir*

Iakovlev V. L. *Institute of Mining UB RAS, Ekaterinburg*

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ

<i>Лель Ю. И., Глебов И. А., Исаков С. В., Ганиев Р. С.</i> Физические принципы оценки и оптимизации параметров эксплуатации карьерного транспорта	10
<i>Кисляков В. Е., Линьков Я. Е., Катышев П. В., Кирсанов А. К.</i> Изучение возможных путей адаптации подводных горных работ к экстремальным природным условиям Крайнего Севера (In English)	22
<i>Казанин О. И., Евсюкова А. А.</i> Подготовка выемочных участков тонких пластов с оставлением породы от проходки в шахте	29
<i>Доможиров Д. В., Пыталев И. А., Якшина В. В., Сизиков А. А., Ильтинин Ю. К.</i> Технология взрывной подготовки к выемке обводненных пород техногенных массивов при сохранении ограждающих дамб.....	38
<i>Рожков А. А., Барановский К. В.</i> Снижение потерь руды в условиях отработки пологих месторождений ограниченной мощности камерами с плоским днищем	47
<i>Корнилков С. В., Кравчук И. Л., Пикалов В. А.</i> О прогнозе возникновения опасных производственных ситуаций на угольных разрезах	59

ГЕОМЕХАНИКА. РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

<i>Хосоев Д. В., Каймонов М. В.</i> Предварительное разупрочнение мерзлых вскрышных пород при разработке месторождений полезных ископаемых Севера открытым способом (In English)	72
<i>Сосновская Е. Л., Авдеев А. Н., Харисов Т. Ф.</i> Прогноз устойчивости горизонтальных выработок при подземной отработке золоторудных месторождений.....	80

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО. ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ

<i>Мухаметшин В. В., Гилязетдинов Р. А., Кулешова Л. С.</i> Повышение эффективности управления ресурсной базой жидких углеводородов в условиях неоднородности и неравновесности геолого-промысловой информации	89
<i>Кантемиров В. Д., Титов Р. С., Яковлев А. М.</i> Методика оценки плотности отсыпанных в штабель железорудных концентратов	101

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

<i>Тюкин А. П.</i> Исследование влияния режимных параметров газодинамической сепарации на характеристики движения твердых частиц неправильной формы в плоской турбулентной струе и сквозь среду после выхода из разгонного канала щелевого сечения	114
--	-----

ИСТОРИЯ. ИНФОРМАЦИЯ. РЕЦЕНЗИИ

<i>Берсенев Г. П., Кутуев В. А., Воробьев В. А., Воробьев И. В., Поникаров Д. Ю.</i> Инновационные решения в области буровзрывных работ, готовые к внедрению на горнодобывающих предприятиях Урала.....	124
<i>Перечень статей, опубликованных в 2024 году</i>	142

CONTENTS

GEOTECHNOLOGY. MINING MACHINERY

<i>Lel Iu. I., Glebov I. A., Isakov S. V., Ganiev R. S.</i> Physical principles for assessing and optimizing the opencast transport operational parameters.....	10
<i>Kisliakov V. E., Linkov Ia. E., Katyshev P. V., Kirsanov A. K.</i> Studying possible ways of adapting subsea mining to extreme natural conditions of the Far North.....	22
<i>Kazanin O. I., Evsiukova A. A.</i> Front preparation in thin seams with rock stowing in mine.....	29
<i>Domozhirov D. V., Pytalev I. A., Iakshina V. V., Sizikov A. A., Iltinin Iu. K.</i> Explosive preparation technology for the water-flooded rock of man-made masses on the retention of enclosing dams.....	38
<i>Rozhkov A. A., Baranovskii K. V.</i> Reducing ore loss when mining light-pitching deposits of finite depth by open stoping with a flat bottom.....	47
<i>Kornilov S. V., Kravchuk I. L., Pikalov V. A.</i> Hazardous production situations forecast at coal pits.....	59

GEOMECHANICS. ROCK BREAKING

<i>Khosoev D. V., Kaimonov M. V.</i> Preliminary softening of frozen overburden in the course of open-pit mining of mineral deposits of the North.....	72
<i>Sosnovskaia E. L., Avdeev A. N., Kharisov T. F.</i> Predicting driftway stability when developing gold fields by the underground method.....	80

MINE SURVEYING. MINING GEOLOGY

<i>Mukhametshin V. V., Giliazetdinov R. A., Kuleshova L. S.</i> Improving the efficiency of managing the liquid hydrocarbon base in conditions of heterogeneity and disequilibrium of geological and field information.....	89
<i>Kantemirov V. D., Titov R. S., Iakovlev A. M.</i> A method of assessing the density of iron-ore concentrates poured into a pile.....	101

MINERAL PROCESSING

<i>Tiukin A. P.</i> The effect of the gas-dynamics separation operating parameters on the irregularly shaped solid particles motion in a flat turbulent jet and through the medium after leaving the acceleration channel of slotted cross-section.....	114
---	-----

HISTORY. DATA. REVIEWS

<i>Bersenev G. P., Kutuev V. A., Vorobiev V. A., Vorobiev I. V., Ponikarov D. Iu.</i> Innovative solutions in drilling and blasting that are ready for implementation at Ural mining enterprises.....	124
<i>List of articles published in 2024.....</i>	142