

**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 3  
ISSUE 3

**2024**

Уральский государственный горный университет  
Ural State Mining University

Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2024. № 3  
Minerals and Mining Engineering. 2024. No. 3

eLIBRARY.RU



IPRbooks  
ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА



GeoRef



Электронно-библиотечная  
система



ULRICHSWEB™  
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

ISSN 2686-9853 (Online)

ISSN 0536-1028 (Print)

# ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

Научно-технический журнал. Издаётся с 1958 года

Выходит 6 раз в год

2024. № 3

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. № 3

**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

**Придвижкин С. В.** Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

**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. 3

---

**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. 3

---

**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*  
**Pridvizhkin S. V.** *Ural Federal University, Ekaterinburg*  
**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*  
**Tsypin E. F.** *Ural State Mining University, Ekaterinburg*  
**Filatov V. V.** *Vladimir State University, Vladimir*  
**Iakovlev V. L.** *Institute of Mining UB RAS, Ekaterinburg*



# 95 лет

## научно-исследовательскому и проектному институту «Уралмеханобр»

Уважаемые коллеги!

8 ноября 2024 года исполняется 95 лет первому на Урале научно-исследовательскому и проектному институту «Уралмеханобр».

Институт был создан в 1929 году как научное подразделение, занимающееся разработкой технологий по обогащению руд черных, цветных, драгоценных и редких металлов, неметаллического сырья и угля. В 1933 году в «Уралмеханобре» была создана проектная часть.

Сегодня АО «Уралмеханобр» – это комплексный институт, который выполняет научно-исследовательские работы и работы по проектированию для металлургических, химических, горных и обогащательных предприятий России, проектирует объекты гражданского строительства, оказывает услуги по сопровождению и реализации инвестиционных проектов. Заказчиками института являются крупнейшие вертикально-интегрированные структуры горно-металлургической отрасли страны (ОАО «УГМК», АО «РМК», ПАО «ГМК «Норильский никель», АК «АЛРОСА», АО «Металлоинвест», АО «Еврохим», ПАО «Русолово», ООО «Евраз»), зарубежные предприятия Казахстана, Узбекистана, Киргизии, Алжира.

Институт обладает одним из лучших в стране кадровым составом ученых и проектировщиков, парком современного лабораторного и аналитического оборудования. При выполнении проектов в институте используются новейшие программные продукты, он признан одним из лидеров в области применения и развития ТИМ-технологий.

Отдел горной науки разрабатывает новые современные технологии добычи рудного сырья, ведет полное научное и инженеринговое сопровождение горных работ на рудниках с открытой и подземной отработкой месторождений. В институте разрабатываются технологии и технологические регламенты для переработки руд черных, цветных, драгоценных и редких металлов, алмазов и других полезных ископаемых, технологические регламенты для проектирования сернокислотных и гидрометаллургических производств.

В своей работе мы руководствуемся принципом комплексного подхода к решению поставленных задач. Одним из таких решений является проведение комплексного аудита обогащательных фабрик и металлургических предприятий, затрагивающего все циклы производства, от рудоподготовки до автоматизации и контроля производственных процессов, с выдачей рекомендаций по оптимизации работы технологических переделов.

От всей души поздравляю коллектив АО «Уралмеханобр» и его ветеранов с 95-летним юбилеем института.

Главный инженер АО «Уралмеханобр» А. А. Метелев



---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

<i>Зиятдинов С. В., Цыпин Е. Ф., Ефремова Т. А., Овчинникова Т. Ю., Мамонов С. В.</i> Управление вещественным составом и физико-механическими свойствами руды на основе применения рентгенофлуоресцентной сепарации в цикле рудоподготовки (In English) .....	10
---	----

<i>Газалеева Г. И., Шихов Н. В., Назаренко Л. Н.</i> Особенности получения ильменитового и лейкоксенового концентратов из титан-циркониевых песков месторождения Шокаш, Северный Казахстан .....	20
--	----

<i>Шигаева В. Н., Мушкетов А. А.</i> Центробежная концентрация титан-циркониевых песков как альтернатива винтовой сепарации .....	29
---	----

### ГЕОТЕХНОЛОГИЯ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ

<i>Кульминский А. А., Котенков А. В., Шевляков Е. В., Русских И. Л.</i> Применение камерной системы разработки с закладкой при выемке запасов рудника «Мир-Глубокий» .....	38
--	----

<i>Савина Т. Е.</i> Исследование свойств полученного экспериментальным путем нефтесорбента (In English).....	50
--	----

### МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО. ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ

<i>Кольцова Е. К., Кольцов П. В., Иванов Ю. С., Андреева О. Н.</i> Организация маркшейдерского геомеханического мониторинга на карьере «Центральный» Маломырского рудника .....	60
---	----

<i>Мамонов С. В., Волкова С. В., Горайчук П. К., Дресвянкина Т. П., Синьков И. С.</i> Особенности вещественного состава медно-цинковых руд глубоких горизонтов Тарньерского месторождения.....	71
--	----

### ГЕОМЕХАНИКА. РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

<i>Мороз Н. Е., Гендлер С. Г.</i> Определение опасных по газодинамическим явлениям участков горных пород на основе критериев хрупкого разрушения .....	82
--	----

### ИСТОРИЯ. ИНФОРМАЦИЯ. РЕЦЕНЗИИ

<i>Булатов К. В., Закирничный В. Н.</i> История создания и развития института «Уралмеханобр» .....	91
--	----

<i>Пуненков С. Е.</i> Высокоэффективные натуральные композиционные материалы на основе наноматериала – природных хризотилowych волокон .....	100
--	-----