

Научно-технический и производственный журнал



№ 6

Ноябрь-Декабрь 2024 г.

Журнал издается с 2001 года

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА

Общество с ограниченной
ответственностью «Издательский дом
«Недропользование и горные науки»



РЕДАКЦИЯ:

Заместитель главного редактора **В. Н. Хетагуров**
Ведущий редактор **Н. А. Федотенко**
Ученый секретарь **Н. А. Милетенко**
Помощник главного редактора **Б. Н. Пашичев**

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:

117647, ул. Академика Капицы, д. 26, 1.
Тел.: +7(915) 111 0386

E-mail: office@n-gn.ru, articles@n-gn.ru http://www.n-gn.ru

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного
наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-83630
от 26.07.2022 г.

По решению ВАК журнал включен в Перечень ведущих
рецензируемых научных журналов и изданий, в которых
могут быть опубликованы основные научные результаты
диссертаций на соискание ученой степени кандидата и
доктора наук по разработке месторождений полезных
ископаемых и по наукам о Земле

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных
ВИНИТИ и в Российский индекс научного цитирования.
Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной
справочной системе по периодическим и продолжающимся
изданиям «Ulrich's Periodicals Directory»

Подписной индекс издания в каталоге «Урал-Пресс»,
в объединенном каталоге АРЗИ «Пресса России» – **88016**

В течение года можно произвести подписку на журнал
непосредственно в редакции

За точность приведенных сведений
и содержание данных, не подлежащих открытой публикации,
несут ответственность авторы

При перепечатке ссылка на журнал
«Маркшейдерия и недропользование» обязательна

Журнал отпечатан в типографии «CLUB PRINT»

тел.: +7(495) 669 5009

ISSN 2079-3332



24 003



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Ю. В. Дмитрак – д.т.н., проф., зав. отделом «Моделирование и управление горнотехническими системами», ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. А. Барях – академик РАН, д.т.н., проф., руководитель научного направления «Горные науки» центра, ФИЦ Уро РАН, г. Пермь, РФ

В. И. Голик – д.т.н., проф., проф. кафедры «Горное дело», ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)», г. Владикавказ, РФ

В. А. Гордеев – д.т.н., проф., кафедра «Кадастр и Геоинженерия» Кубанского государственного технологического университета, Член центрального Совета Союза маркшейдеров России», г. Краснодар, РФ

В. В. Грицков – вице-президент ООО «Союз маркшейдеров России», г. Москва, РФ

В. Н. Захаров – академик РАН, д.т.н., проф., директор, ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

Д. Р. Каплунов – член-корр. РАН, д.т.н., проф., научный руководитель отдела «Теория проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр», ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

Н. М. Качурин – д.т.н., проф., зав. кафедрой «Геотехнологии и строительство подземных сооружений», ТулГУ, г. Тула, РФ

Р. В. Ключев – д.т.н., проф., зав. кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий», ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)», г. Владикавказ, РФ

Н. В. Милетенко – д.г.-м.н., проф., ученый секретарь Научно-технического совета, Минприроды РФ, г. Москва, РФ

И. А. Пыталев – д.т.н., проф., директор Института горного дела и транспорта, МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, РФ

К. Н. Трубецкой – академик РАН, д.т.н., проф., советник президиума РАН, ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

М. А. Тюленев – к.т.н., доц., зав. кафедрой «Открытые горные работы», КузГТУ, г. Кемерово, РФ

В. А. Чантурия – академик РАН, д.т.н., проф., научный руководитель отдела «Проблемы комплексного извлечения минеральных компонентов из природного и техногенного сырья», ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕДКОЛЛЕГИЯ

С. Б. Вуйич – проф., доктор наук, действительный член Академии инженерных наук Сербии, г. Белград, Сербия

И. Гобани – д.т.н., проф. химии материалов и биогидрометаллургии, Факультет естественных наук, Колледж здравоохранения и естественных наук, Линкольнский университет, Великобритания

К. Дребенштедт – проф., доктор наук, кафедра «Открытые горные работы», Технический университет Горной академии Фрайберга, Германия

Ю. Д. Каплунов – проф., д.физ.-мат.н., Школа компьютерных наук и математики, Кильский университет, г. Ньюкасл-андер-Лайм, Великобритания

А. А. Осокин – доктор наук, Инженер-геотехник, рудник «Золотая роща», 29Metals, Западная Австралия

Н. Б. Рыспанов – д.т.н., Президент Национальной Академии Горных Наук Казахстана, Президент Горнопромышленного союза Казахстана, Казахстан

Л. Хуанг – проф., доктор наук, Китайский университет горного дела и технологий, Председатель Международного общества маркшейдеров, Китай

В. Т. Хунг – проф., доктор наук, строительный факультет, кафедра «Подземного и шахтного строительства», Ханойский горно-геологический университет, Вьетнам

М. Цехлар – д.т.н., проф., декан, факультет горного дела, экологии, управления технологическими процессами и геотехнологий, Технический университет Кошице, Словакия

И. К. Чукуев – к.т.н., Президент Кыргызской горной ассоциации и маркшейдерии, член Правления Евразийского Общества Экспертов Недропользователей, КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан

Б. Эрбаш – проф., доктор наук, кафедра математики, Эскишехирский технический университет, Турция

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

И. И. Айнбиндер – д.т.н., проф., г.н.с., отдел «Теория проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр», ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

А. А. Добрынин – к.т.н., в.н.с., отдел «Проблемы геомеханики и разрушения горных пород», ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

Г. В. Калабин – д.т.н., проф., г.н.с., отдел «Горная экология», ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

С. Б. Кулибаба – д.т.н., проф., в.н.с., лаборатория «Многофазных процессов в массивах горных пород при разработке месторождений», ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

Ф. К. Низаметдинов – д.т.н., проф., зав. кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия», КарТУ имени Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Республика Казахстан

М. Б. Носырев – д.т.н., проф., кафедра «Информатики», Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, РФ

В. Н. Одинцев – д.т.н., в.н.с., центр проблем метана и газодинамических явлений угольных и рудных месторождений, ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

А. А. Хорешок – д.т.н., проф., научный руководитель Горного института, КузГТУ, г. Кемерово, РФ

Ю. Ян – доц., Школа наук об окружающей среде и пространственной информатики, Китайский горно-технологический университет, г. Сюйчжоу, Китай



№ 6

November–December 2024

journal has been published since 2001



FOUNDER OF THE JOURNAL
PUBLISHING HOUSE MINERALS
MANAGEMENT AND MINING SCIENCES,
LIMITED LIABILITY COMPANY

EDITORIAL OFFICE:

Deputy Editor-in-Chief **V. N. Khetagurov**

Lead Editor **N. A. Fedotenko**

Scientific secretary **N. A. Miletenko**

Assistant Editor-in-Chief **B. N. Pashichev**

ADDRESS OF THE EDITORIAL OFFICE AND PUBLISHER:

117647, Akademika Kapitsa st., 26, 1.

Phone: +7(915) 111 0386

E-mail: office@n-gn.ru, articles@n-gn.ru

http://www.n-gn.ru

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Mass communications, communication and protection of cultural heritage Registration certificate PI No. FS 77-83630 dated July 26, 2022

By decision of the Higher Attestation Commission, the journal is included in the List of leading peer-reviewed scientific journals and publications in which the main scientific results can be published dissertations for the degree of candidate and doctor of science in the development mineral deposits and geosciences

The journal is included in the Abstract Journal and Databases of VINITI and in the Russian science citation index Information about the journal is published annually in the international reference system in the periodicals and continuing editions of Ulrich's Periodicals Directory

Subscription index of the publication in the Ural-Press catalog, in the unified catalog ARZI «Press of Russia» – **88016**

During the year, you can subscribe to the journal directly in the editorial office

For the accuracy of the information provided and the content of data not subject to open publications are the responsibility of the authors

When reprinting a link to the journal
«Mine Surveying and Subsurface Use» required

The magazine was printed in the printing house «CLUB PRINT»
phone: +7(495) 669 5009

ISSN 2079-3332



24 003



9 772079 333778

© Publishing House Minerals Management and Mining Sciences, LLC



EDITOR-IN-CHIEF

Yuri V. Dmitrak - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Modeling and Management Mining Systems, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

EDITORIAL BOARD

Alexander A. Baryakh - Academician of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the scientific direction Mining Sciences of the center, Mining Institute, Ural Branch, RAS, Perm, Russian Federation

Vladimir I. Golik - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Professor of the Mining Department, North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russian Federation

Victor A. Gordeev - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Department of Cadastre and Geoengineering of Kuban State Technological University, Member of the Central Council of the Union of Surveyors of Russia, Krasnodar, Russian Federation

Victor V. Gritskov - Vice-President of the Union of Surveyors of Russia, Moscow, Russian Federation
Valery N. Zakharov - Academician of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Director, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

David R. Kaplunov - Corresponding Member of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Scientific Director of the Department of Design Theory and Geotechnology of Integrated Subsoil Development, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

Nikolay M. Kachurin - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Geotechnologies and Construction of Underground Structures, Tula State University, Tula, Russian Federation

Roman V. Klyuev - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of Department Power Supply of Industrial Enterprises, North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russian Federation

Nikolay V. Miletenko - Dr. Sci. (Geol. Mineral.), Prof., Scientific Secretary of the Scientific and Technical Council, Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Ivan A. Pytalev - Dr. Sci. (Eng.), Director of the Institute of Mining and Transport, Nosov Marmitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation

Kliment N. Trubetskoy - Academician of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Advisor to the Presidium of the RAS, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

Maxim A. Tylenov - Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Head of the Department of Open-pit Mining, T.F. Gorbachev State Technical University, Kemerovo, Russian Federation

Valentin A. Chanturia - Academician of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Scientific Director of the Department of Problems of complex extraction of mineral components from natural and man-made raw materials, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Slobodan B. Vujčić - Professor, Dr. Sci., Full member of the Academy of Engineering Sciences of Serbia, Belgrade, Serbia

Yousef Ghorbani - Ph.D., Professor in Materials Chemistry and Bio-Hydrometallurgy, School of Natural Science, College of Health and Science, University of Lincoln, United Kingdom

Carsten Drebenstedt - Professor, Dr. Sci., Chair Surface Mining, Technical University Mining Academy Freiberg, Germany

Julius D. Kaplunov - Professor, Dr. Sci. in Theoretical Solid Mechanics, School of Computer Science and Mathematics, Keele University, United Kingdom

Alexander A. Osokin - Dr. Sci., Geotechnical Engineer, Golden Grove, Operations Pty Ltd, 29Metals, Western Australia

Nurlan B. Ryspanov - Dr. Sci. (Eng.), President of the National Academy of Mining Sciences of Kazakhstan, President of the Kazakhstan Mining Union, Kazakhstan

Leting Huang - Professor, Dr. Sci., China University of Mining and Technology, Chair of the International Society for Mine Surveying, China

Vo Trong Hung - Professor, Dr. Sci., Faculty for Construction, Department for Underground and Mines Construction, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Michal Čechlar - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Dean, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies, Technical University of Kosice, Slovakia

Ishimbay K. Chunuev - PhD in Technical Sciences, President of the Kyrgyz Mining Association and Surveying, Member of the Board of the Eurasian Society of Experts of Subsoil Users, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Kyrgyzstan

Baris Erbas - Professor, Dr. Sci., Department of Mathematics, Eskisehir Technical University, Turkey

EDITORIAL COUNCIL

Igor I. Ainbinder - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Chief Researcher of the Department of Design Theory and Geotechnology of Integrated Subsoil Development, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

Alexander A. Dobrynin - Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher at the Department of Geomechanics and Rock Destruction, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

Gennady V. Kalabin - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Chief Researcher of the Department of Mountain Ecology, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

Sergey B. Kulibaba - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Leading Researcher Laboratory of Multiphase processes in rock formations during field development, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

Farit K. Nizametdinov - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Surveying and Geodesy, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan

Mikhail B. Nosyrev - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Department of Computer Science, Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russian Federation

Vladimir N. Odintsev - Dr. Sci. (Eng.), Leading researcher at the Center for Problems of Methane and Gas Dynamic Phenomena of Coal and Ore Deposits, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russian Federation

Alexey A. Khoreshok - Dr. Sci. (Eng.), Prof., Scientific Director of the Mining Institute, T.F. Gorbachev State Technical University, Kemerovo, Russian Federation

Yongjun Yang - Ass. Professor, School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, China

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

*В. В. Казанцева, У. А. Кубайдуллина, Р. К. Байгали,
В. Ф. Ярцева, О. В. Старостина*

Исследование состояния прибортового массива на разрезе
«Эколог» с применением аэрофотосъемки

Б. А. Ботоканова, Г. С. Исаева

Напряженно-деформированное состояние массивов
пород вокруг туннелей, расположенных в наклонно-
слоистом массиве

*С. Б. Алиев, Г. А. Пак, В. Н. Шенников,
О. В. Старостина, В. Н. Долгонос*

Анализ геомеханической ситуации в лаве 28 Д1-2 шахты
«Шахтинская»

Ю. С. Щегольков

Определение граничных углов процесса сдвижения
земной поверхности при отработке запасов

Верхнекамского месторождения калийно-магниевых
солей

И. Б. Агарков, М. В. Рыльникова, И. Л. Никифорова

Разработка методики мониторинга деформаций уступов и
бортов карьеров с применением беспилотных летательных
аппаратов

В. А. Дрибан, Б. В. Хохлов, А. В. Антипенко

О применении нового подхода к прогнозу
провалообразования в приповерхностной зоне
обводненных массивов для оценки рисков при затоплении
шахты «Антрацит»

*А. А. Еременко, А. А. Скулкин, В. Н. Колтышев,
В. С. Писарев*

Определение главных напряжений в породном массиве
методом гидроразрыва на северо-западном участке
Таштагольского месторождения

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А. Ю. Ерошев, С. И. Фомин

Определение рационального резерва взорванной горной
массы при открытой разработке рудных месторождений

ИНТЕРВЬЮ

А. А. Изюмцев

PSI-MINING – IT решения и технологии для
горнодобывающей отрасли

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ

С. П. Бахаева, Е. В. Ананенко

Мониторинг природно-технических систем
«отвал – основание»

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ, ГОРНЫЕ МАШИНЫ

*В. Ф. Колесников, Д. М. Дубинкин, С. О. Марков,
Я. О. Литвин, Е. С. Баев*

Разработка безугольных зон карьерных полей
экскаваторами большой единичной мощности в
комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 220 т

GEOMECHANICS, ROCK DESTRUCTION

*V. V. Kazantseva, U. A. Kubaydullina, R. K. Baigali,
V. F. Yartseva, O. V. Starostina*

Study of adjacent rock mass condition using aerial photography
at Ekolog Open-pit Mine

B. A. Botokanova I, G. S. Isaeva

Stress-strain state of rock massifs around tunnels located in a
dip-layered massif

*S. B. Aliev, G. A. Pak, V. N. Shennikov,
O. V. Starostina, V. N. Dolgonosov*

Breakage face 28 D1-2 geomechanical analysis on
«Shakhtinskaya» coal mine

Y. S. Shchegolkov

Determination of boundary angles of the process
of earth's surface displacement during the mining
of reserves of the Verkhnekamskoe deposit of potassium-
magnesium salts

I. B. Agarkov, M. V. Rylnikova, I. L. Nikiforova

Methods of inspection of deformations of ledges and sides of
quarries using unmanned aerial vehicles

V. A. Driban, B. V. Khokhlov, A. V. Antypenko

On the application of a new approach to forecasting dips in the
surface zone of water-filled massifs for assessing risks in the
flooding of the «Anthracite» mine

A. A. Eremenko, A. A. Skulkin, V. N. Koltyshev, V. S. Pisarev

Determination of stress by hydraulic fracturing method in the
northwestern section of the Tashtagolsk field

THEORETICAL FOUNDATIONS OF MINING ENGINEERING SYSTEMS DESIGN

A. Yu. Eroshev, S. I. Fomin

Rational reserve determination of blasted rock mass during
open cast mining of ore deposits

INTERVIEW

A. A. Izumtsev

PSI-MINING – IT решения и технологии для
горнодобывающей отрасли

SURVEYING AND GEOLOGICAL SUPPORT OF MINING OPERATIONS

S. P. Bakhaeva, E. V. Ananenko

The monitoring of the natural-and-technical systems «dump-
foundation»

GEOTECHNOLOGY, MINING MACHINES

*V. F. Kolesnikov, D. M. Dubinkin, S. O. Markov,
Y. O. Litvin, E. S. Baev*

Development of coalless zones of quarry fields by excavators
of large power unit capacity in complex with dump trucks of
220 tons payload capacity

Экспериментальный стенд для изучения процесса экскавации грунта ковшом цилиндрической формы	Г. Г. Бурый	91	Experimental stand for studying the process of soil excavation with a cylindrical bucket	G. G. Buryj
Исследование зачерпывающей способности цилиндрического ковша экскаватора	Г. Г. Бурый	95	Study of the scapping capacity of the cylindrical bucket of the excavator	G. G. Buryj
Обобщение мировой практики исследований структурной и литолого-фазовой неоднородности техногенных образований для выбора технологий их комплексного освоения	К. Н. Залевская	100	Generalization of the world practice of research of structural and lithological and phase heterogeneity of technogenic formations for the choice of technologies of their complex development	K. N. Zalevskaya
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ			MINERAL RESOURCES	
Перспективы использования атомных станций малой мощности на базе ядерного реактора РИТМ-200Н при освоении горнорудных предприятий Монголии (Часть 1. Энергетика и георесурсы Монголии)	В. М. Кузнецов, В. П. Спиридонов, А. А. Копылов, В. В. Спиридонова	110	Prospects for the use of low-power nuclear power plants based on the RITM-200N nuclear reactor in the development of mining enterprises in Mongolia (Part 1. Energy and georesources of Mongolia)	V. M. Kuznetsov, V. P. Spiridonov, A. A. Kopylov, V. V. Spiridonova
РУДНИЧНАЯ АЭРОГАЗОДИНАМИКА, ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА			MINING AEROGASODYNAMICS, MINING THERMOPHYSICS	
Экспериментальное исследование влияния фракционного состава углей на показатели термического разложения	А. И. Докучаева, Б. Н. Пашичев, М. О. Долгова	118	Experimental study of the effect of the fractional composition of coals on thermal decomposition parameters	A. I. Dokuchaeva, B. N. Pashichev, M. O. Dolgova
ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ			MINERAL PROCESSING	
Определение условий прямого цианирования флотационных концентратов с различными качественными характеристиками	К. А. Ногаева, Б. М. Мырзалиев, М. С. Молмакова, А. Турарбек	125	Determination of conditions for direct cyanidation of flotation concentrates with different quality characteristics	K. A. Nogaeva, B. M. Myrzaliev, M. S. Molmakova, A. Turarbek
К вопросу о тонком измельчении минерального сырья	Л. С. Адамова, Ю. В. Дмитрак	132	On the issue of fine grinding of mineral raw materials	L. S. Adamova, Yu. V. Dmitrak
ГОРНОТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ			MINING SAFETY	
Анализ исследований процесса образования трещин подработанного массива вблизи водных объектов для обеспечения безопасного освоения угольных месторождений	Н. А. Федотенко	138	Analysis of studies of the process of formation of cracks in the mined massif near water bodies to ensure the safe development of coal deposits	N. A. Fedotenko