

# ГОРНОДОБЫВАЮЩИЕ КОМПАНИИ РОССИИ



**ВЫПУСКАЕТСЯ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ «ГОРНАЯ КНИГА»  
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:**

*Сибирской угольной  
энергетической компании,*



*Высшего горного совета  
НП «Горнопромышленники России»,*



*Инвестиционного фонда  
поддержки горного книгоиздания,  
проект ГИАБ-3275-19*



# ГОРНЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ БЮЛЛЕТЕНЬ (НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Главный редактор

В.Н. ЗАХАРОВ – член-корр. РАН, д.т.н., проф.,  
ИПКОН РАН, Москва

### Зам. главного редактора

В.Л. ШКУРАТНИК – д.т.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

Н.А. ГОЛУБЦОВ – руководитель  
рабочей группы ГИАБ,  
изд-во «Горная книга»,  
Москва

### Члены редколлегии

А.А. АБРАМОВ – д.т.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

П.Б. АВДЕЕВ – д.т.н., проф., ЗабГУ, Чита

В.Н. АМИНОВ – д.т.н., проф., Петрозаводский ГУ, Петрозаводск

С.И. АРБУЗОВ – д.г.-м.н., проф.,  
Томский ПУ, Томск

В.А. АТРУШКЕВИЧ – д.т.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

А.А. БАРЯХ – член-корр. РАН, д.т.н.,  
проф., Пермь

С.П. БАХАЕВА – д.т.н., проф., КузГТУ,  
Кемерово

А.П. ВЕРЖАНСКИЙ – д.т.н., проф., НП «Горно-  
промышленники России»,  
Москва

С.Д. ВИКТОРОВ – д.т.н., проф., ИПКОН РАН,  
Москва

В.А. ВИННИКОВ – д.ф.-м.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

В.А. ГАЛКИН – д.т.н., проф., НИИОГР,  
Челябинск

В.И. ГАЛКИН – д.т.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

А.Б. ЖАБИН – д.т.н., проф., Тульский ГУ, Тула

Н.В. ЖУРАВЛЁВА – д.т.н., Западно-Сибирский  
испытательный центр,  
Новокузнецк

Н.О. КАЛЕДИНА – д.т.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

Д.Р. КАПЛУНОВ – член-корр. РАН,  
д.т.н., проф., ИПКОН РАН,  
Москва

Н.М. КАЧУРИН – д.т.н., проф., Тульский ГУ,  
Тула

И.Л. КРАВЧУК – д.т.н., Челябинский ф-л  
ИГД УрО РАН

С.С. КУБРИН – д.т.н., проф., ИПКОН РАН,  
Москва

М.В. КУРЛЕНЯ – академик РАН, д.т.н., проф.,  
ИГД им. Н.А. Чинакала  
СО РАН, Новосибирск

А.А. ЛАВРИНЕНКО – д.т.н., проф., ИПКОН РАН,  
Москва

Л.А. НАЗАРОВА – д.ф.-м.н., ИГД им.  
Н.А. Чинакала СО РАН,  
Новосибирск

А.В. НАСТАВКИН – к.г.-м.н., доцент, ЮФУ,  
Ростов-на-Дону

В.Н. ОПАРИН – член-корр. РАН, д.ф.-м.н.,  
проф., ИГД им. Н.А. Чинакала  
СО РАН, Новосибирск

С.Н. ПОДОБРАЖИН – д.т.н., Ростехнадзор,  
Москва

И.Ю. РАССКАЗОВ – д.т.н., проф., ИГД ДВО РАН,  
Хабаровск

В.В. РУДЕНКО – д.т.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

Г.П. СИДОРОВА – д.т.н., проф., ЗабГУ, Чита

С.А. СИЛЮТИН – к.т.н., СУЭК, Москва

С.А. ЭПШТЕЙН – д.т.н., проф., МГИ  
НИТУ «МИСиС», Москва

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

А.В. АНЦИФЕРОВ – УкрНИМИ НАН Украины

Ф.М. БОРОДИЧ – Университет Кардиффа,  
Великобритания

К. ДРЕБЕНШТЕДТ – ИГД Технического  
университета  
Горной академии  
Фрайберга, Германия

Й. ДУБИНСКИ – Главный институт  
горного дела  
в Катовицах, Польша

В.Л. САВАТОРОВА – Университет штата  
Невада в Лас Вегасе, США

П.В. ЦЫБУЛЕНКО – Белорусский национальный  
технический университет

ПАН ИШАН – Ляонинский университет,  
Китай

С. ВУЙИЧ – Горный институт, Сербия

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА**

Дальний Восток – И.Ю. РАССКАЗОВ

Карелия – В.Н. АМИНОВ

Монголия – П. ОЧИРБАТ

Тула

и Тульская область – А.Б. ЖАБИН

Урал – А.А. БАРЯХ

Журнал основан в 1992 г.

ISSN 0236-1493

# ГОРНЫЙ

**ИНФОРМАЦИОННО-  
АНАЛИТИЧЕСКИЙ  
БЮЛЛЕТЕНЬ**

*(НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ)*

**MINING INFORMATIONAL  
AND ANALYTICAL  
BULLETIN**

*(SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL)*



**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ГОРНАЯ КНИГА»**

**№ 05  
2019**

# MINING INFORMATIONAL AND ANALYTICAL BULLETIN

(SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL)

With assistance of the Publishing house «Mining book»,  
Investment support Fund mining publishing

## CHIEF EDITOR

V.N. ZAKHAROV – Corresp. Member of the RAS,  
Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute of Comprehensive Exploitation  
of Mineral Resources RAS, Moscow, Russia

## DEPUTY CHIEF EDITOR

V.L. SHKURATNIK – Dr. Sci. (Eng.), Prof.,  
National University of Science and Technology «MISiS»,  
Mining Institute, Moscow, Russia  
N.A. GOLUBTSOV – Publishing house «Mining book»,  
Moscow, Russia

## EDITORIAL BOARD

A.A. ABRAMOV – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of  
Science and Technology «MISiS», Mining Institute, Moscow, Russia  
P.B. AVDEEV – Dr. Sci. (Eng.), Prof.,  
Transbaikal State University, Chita, Russia  
V.N. AMINOV – Dr. Sci. (Eng.), Prof.,  
Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia  
S.I. ARBUZOV – Dr. of Geology and Mineralogy, Prof.,  
Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia  
V.A. ATRUSHKEVICH – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of  
Science and Technology «MISiS», Mining Institute, Moscow, Russia  
A.A. BARYAKH – Corresp. Member of the RAS, Dr. Sci. (Eng.),  
Prof., Mining Institute, Ural Branch, RAS, Perm, Russia  
S.P. BAKHAEVA – Dr. Sci. (Eng.), Prof.,  
Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia  
S.A. EPSHTEIN – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of  
Science and Technology «MISiS», Mining Institute, Moscow, Russia  
V.A. GALKIN – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Research and Design  
Institute for Open Pit Mining, Chelyabinsk, Russia  
V.I. GALKIN – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of Science  
and Technology «MISiS», Mining Institute, Moscow, Russia  
N.M. KACHURIN – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Tula State University,  
Tula, Russia  
N.O. KALEDINA – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of  
Science and Technology «MISiS», Mining Institute, Moscow, Russia  
D.R. KAPLUNOV – Corresp. Member of the RAS,  
Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources  
RAS, Moscow, Russia  
I.L. KRAVCHUK – Dr. Sci. (Eng.), Chelyabinsk branch  
Mining Institute, Ural Branch, RAS, Chelyabinsk, Russia  
S.S. KUBRIN – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute of Comprehensive  
Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russia

M.V. KURLENYA – Academician of the RAS, N.A. Chinakal  
Institute of Mining, Siberian Branch, RAS, Novosibirsk, Russia  
A.A. LAVRINENKO – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute of Comprehensive  
Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow, Russia  
A.V. NASTAVKIN – Cand. of Geology and Mineralogy,  
Associate Prof., Head of Department, Southern Federal  
University, Rostov-on-Don, Russia  
L.A. NAZAROVA – Dr. of Physics and Mathematics, N.A. Chinakal  
Institute of Mining, Siberian Branch, RAS, Novosibirsk, Russia  
V.N. OPARIN – Corresp. Member of the RAS,  
Siberian Branch, RAS, Novosibirsk, Russia  
S.N. PODOBRAZHIN – Dr. Sci. (Eng.), Russia Federal Service  
for Ecological, Technological and Nuclear Supervision,  
Moscow, Russia  
I.Yu. RASSKAZOV – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute of Mining,  
Far East Branch, RAS, Habarovsk, Russia  
V.V. RUDENKO – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of  
Science and Technology «MISiS», Mining Institute, Moscow, Russia  
G.P. SIDOROVA – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Transbaikal State  
University, Chita, Russia  
S.A. SILYUTIN – Cand. Sci. (Eng.), SUEK, Moscow, Russia  
A.P. VERZHANSKIY – Dr. Sci. (Eng.), Prof.,  
Chief Executive Officer, Noncommercial Partnership  
«Miners of Russia», Moscow, Russia  
S.D. VIKTOROV – Dr. of Physics and Mathematics, Prof.,  
Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources  
RAS, Moscow, Russia  
V.A. VINNIKOV – Dr. of Physics and Mathematics, Prof.,  
National University of Science and Technology «MISiS»,  
Mining Institute, Moscow, Russia  
A.B. ZHABIN – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Tula State University, Tula, Russia  
N.V. ZHURAVLEVA – Dr. Sci. (Eng.), West-Siberian  
Test Operations Center, Novokuznetsk, Russia

## INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

A. ANTSIFEROV – Ukrainian State Research and Design Institute  
of Mining, Geology, Rock Mechanics and Mine Surveying, Ukraine  
F. BORODICH – University of Cardiff, United Kingdom  
C. DREBENSTEDT – Technical University Bergakademie Freiberg,  
Germany  
J. DUBINSKY – Central Mining Institute, Poland  
V. SAVATOROVA – University of Nevada, Las Vegas, USA  
P. TSYBULENKO – Belarus National Technical University, Belarus

Publishing house «Mining book»  
Actual address: Russia, Moscow,  
Leninskiy prospect, 6, build. 7 of. 3  
Phone: +7 (499) 236-15-01  
+7 (495) 737-32-64

E-mail: info@gornaya-kniga.ru  
Internet: www.GIAB-online.ru  
Printed in JSC «First Exemplary  
printing house» Branch  
«Chekhov Printing House»



**PUBLISHING HOUSE**  
«MINING BOOK»

# No 05 • 2019