



Георгий Агрикола «О горном деле и металлургии»
Georgius Agricola. De re metallica

ВЫПУСКАЕТСЯ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ «ГОРНАЯ КНИГА» ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

*Северо-Кавказского горно-металлургического института
(государственного технологического университета)*

*Инвестиционного фонда поддержки горного книгоиздания,
проект ГИАБ-3437-20*



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., Петрозавод-
ский 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 – академик РАН, д.т.н., проф.,
Пермь
С.П. БАХАЕВА – д.т.н., проф., КузГТУ, Кемерово
А.П. ВЕРЖАНСКИЙ – д.т.н., проф., НП «Горнопро-
мышленники 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 – член-корр. РАН, 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

И.О. ТЕМКИН – д.т.н., проф.,
НИТУ «МИСиС», Москва

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

А.В. АНЦИФЕРОВ – член-корреспондент, Украина
Ф.М. БОРОДИЧ – Кардиффский университет,
Великобритания

К. ДРЕБЕНШТЕДТ – Технического университета
«Фрайбергская горная
академия», Германия

Й. ДУБИНСКИ – Главный университет
горного дела, Польша

В.Л. САВАТОРОВА – Университет Невады,
Лас-Вегас, США

П.В. ЦЫБУЛЕНКО – Белорусский национальный
технический университет,
Белоруссия

ПАН ИШАН – Ляонинский университет,
Китай

С. ВУЙИЧ – Горный институт, Сербия

М. ДОБРОКА – Мишкольцкий технический
университет, Мишкольц,
Венгрия

П. КОНИЧЕК – Институт геоники Чешской
Академии Наук, Острава, Чехия

С. ПРУСЕК – Центральный Горный
институт, Катовице, Польша

Ж. САНЧИДРИАН – Мадридский политехнический
университет, Мадрид, Испания

М. САҒА – Горно-металлургическая
Академия им. Станислава
Сташица в Кракове, Краков,
Польша

Л. ТОТЕВ – Горно-геологический
университет «Св. Иван Рилски»,
София, Болгария

П. ПАВЛОВ – Горно-геологический
университет «Св. Иван Рилски»,
София, Болгария

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)

**СБОРНИК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
РАБОТ УЧЁНЫХ СКГМИ (ГТУ)**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ГОРНАЯ КНИГА»**

**№11-1
2020**

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 – Academician 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 – Corresp. Member of the RAS, 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
I.O. TEMKIN – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of
Science and Technology «MISiS», 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
PAN YISHAN – Liaoning University, China
S. VUJIC – Rudarski institut, Belgrade, Serbia
M. DOBROKA – University of Miskolc, Miskolc, Hungary
P. KONICEK – The Czech Academy of Sciences,
Institute of Geonics Studentska, Ostrava, Czech Republic
S. PRUSEK – Central mining institute, Katowice, Poland
José A. SANCHIDRIÁN – Universidad Politécnica de Madrid,
Madrid, Spain
M. CAŁA – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Krakow, Poland
L. TOTEV – University of Mining and Geology St Ivan Rislki, Sofia
P. PAVLOV – University of Mining and Geology St Ivan Rislki,
Sofia

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»

No11-1-2020