



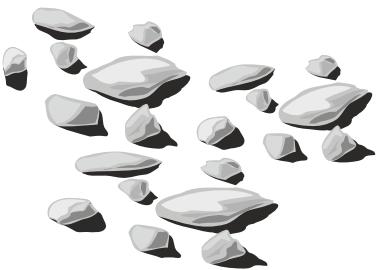
The journal is supported by the
Ukrainian School of Mining Engineering

Mining of Mineral Deposits

QUARTERLY

Volume 14
Issue 3

ISSN 2415-3443 (Online)
ISSN 2415-3435 (Print)



Scopus



Clarivate
Analytics

JOURNAL HOMEPAGE

mining.in.ua
<https://doi.org/10.33271/mining>

Dnipro University of Technology
2020

EDITOR-IN-CHIEF	Volodymyr Bondarenko , Dnipro University of Technology, Ukraine
DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF	Iryna Kovalevska , Dnipro University of Technology, Ukraine
DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF	Vasyl Lozynskyi , Dnipro University of Technology, Ukraine
MANAGING EDITOR	Kateryna Sai , Dnipro University of Technology, Ukraine
ENGLISH LANGUAGE EDITOR	Tetiana Vvedenska , Dnipro University of Technology, Ukraine

EDITORIAL BOARD:	Zacharias Agioutantis , University of Kentucky, USA Victor Arad , Universitatea din Petrosani, Romania Manoj Namdeo Bagde , CSIR-Central Institute of Mining & Fuel Research, India Volodymyr Biletskyy , National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine Anatolii Bulat , Institute of Geotechnical Mechanics named after M.S. Polyakov of the NAS, Ukraine Frederick Cawood , University of the Witwatersrand, South Africa Piotr Czaja , AGH University of Science and Technology, Poland Roman Dychkovskyi , Dnipro University of Technology, Ukraine Gennadiy Gayko , National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine Domingo Javier Carvajal Gomez , University of Huelva, Spain Volodymyr Grinev , Institute for Physics of Mining Processes of the NAS of Ukraine, Ukraine Monika Hardygóra , KGHM CUPRUM Research & Development Centre, Poland Murat Karakus , The University of Adelaide, Australia Vladislav Kecojevic , West Virginia University, USA Karol Kostur , Technical University of Košice, Slovakia Yevstakhii Kryzhanivskyi , Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine Yueh-Heng Li , National Cheng Kung University, Taiwan Helmut Mischo , Technische Universität Bergakademie Freiberg, Germany Peter Moser , Montanuniversitaet Leoben, Austria Baisheng Nie , China University of Mining and Technology, China Thomas Oommen , Michigan Technological University, USA Morteza Osanloo , Amirkabir University of Technology, Iran Gennadiy Pivnyak , Dnipro University of Technology, Ukraine Stanislaw Prusek , Glowny Instytut Gornictwa, Poland Alex Remennikov , University of Wollongong, Australia Bozidar Šarler , University of Nova Gorica, Slovenia Olena Sdvyzhkova , Dnipro University of Technology, Ukraine Oleksandr Shashenko , Dnipro University of Technology, Ukraine Adam Smoliński , Glowny Instytut Gornictwa, Poland Krzysztof Stańczyk , Glowny Instytut Gornictwa, Poland Alexey Stovas , Norwegian University of Science and Technology, Norway Mykola Stupnik , Kryvyi Rih National University, Ukraine John Sturgul , The University of Adelaide, Australia Jialin Xu , China University of Mining and Technology, China
-----------------------------	---

The journal has been indexed by Scopus, ESCI Emerging Sources Citation Index (Web of Science Core Collection), WorldCat, ResearchBib, Google Scholar, Scinapse

Founder and editor	Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine Certificate of Publisher DK No.1842 dated June 11, 2004
Address of editor and editorial office	19 Yavorntskoho Ave., building 4, room 57, Dnipro, 49005 tel. +380562471472, fax +380563742184, e-mail: mining.umd@gmail.com
Production	"LizunoffPress", 30/166 Nemyrovycha-Danchenka St, Dnipro, 49127 Number of copies printed 120. Sheet size 60×90/8. Coated paper
Journal was registered	in Ukraine's Ministry of Justice. The register number is KB 23762-13602 PR dated from February 6, 2019. The journal has been included in Ukrainian specialized publication list (category "A") according to Ministry of Education and Science of Ukraine order No.612 from May 7, 2019



Журнал виходить за підтримки
української Школи гірничої інженерії

Розробка Родовищ

Scopus



Clarivate
Analytics

КВАРТАЛЬНИК

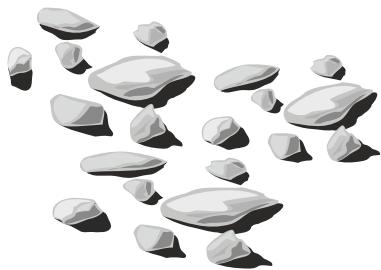
Випуск 14
Номер 3

ISSN 2415-3443 (Онлайн)
ISSN 2415-3435 (Друк)

ДОМАШНЯ СТОРІНКА

mining.in.ua
<https://doi.org/10.33271/mining>

Національний технічний університет
“Дніпровська політехніка”
2020



ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Володимир Бондаренко, Національний технічний університет
“Дніпровська політехніка”, Україна

ЗАСТУПНИК**ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА**

Ірина Ковалевська, Національний технічний університет
“Дніпровська політехніка”, Україна

ЗАСТУПНИК**ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА**

Василь Лозинський, Національний технічний університет
“Дніпровська політехніка”, Україна

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ РЕДАКТОР

Катерина Сай, Національний технічний університет
“Дніпровська політехніка”, Україна

АНГЛОМОВНИЙ РЕДАКТОР

Тетяна Введенська, Національний технічний університет
“Дніпровська політехніка”, Україна

**РЕДАКЦІЙНА
КОЛЕГІЯ:**

Захаріас Агюутантіс, Університет Кентуккі, США
Віктор Арад, Університет Петросані, Румунія

Маной Намдео Багде, Центральний дослідницький інститут гірniцтва та палива, Індія
Володимир Білецький, Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Україна

Анатолій Булат, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Україна

Фредерік Кейвуд, Вітватерсрандський університет, Південно-Африканська Республіка
П'єotr Чая, Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Стасіця, Польща

Роман Дичковський, Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, Україна
Геннадій Гайко, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”, Україна

Домінго Хав'єр Карвайл Гомез, Університет Хуельва, Іспанія

Володимир Гріньов, Інститут фізики гірничих процесів НАН України, Україна

Моніка Хардигура, Науково-дослідний центр “Купрум-мідь”, Польща

Мурат Каракус, Університет Аделаїди, Австралія

Владіслав Кечоєвіч, Університет Західної Вірджинії, США

Кароль Костур, Технічний університет Кошице, Словаччина

Євстахій Крижанівський, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Юех-Хенг Лі, Ченг-Кунгський національний університет, Тайвань

Хельмут Мішо, Технічний університет “Фрайберзька гірнича академія”, Німеччина

Петер Мозер, Монтинауніверситет Леобен, Австрія

Байшенг Нє, Китайський університет гірniцтва та технологій, Китай

Томас Ооммен, Мічиганський технологічний університет, США

Мортеза Осанло, Аміркабірський технологічний університет, Іран

Геннадій Півняк, Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, Україна

Станіслав Прусек, Головний інститут гірniцтва, Польща

Алекс Ременніков, Вуллонгонгський університет, Австралія

Бозідар Сарлер, Новогорицький університет, Словенія

Олена Сдвижкова, Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, Україна

Олександр Шашенко, Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, Україна

Адам Смолінські, Головний інститут гірniцтва, Польща

Кжиштоф Станьчик, Головний інститут гірniцтва, Польща

Алексей Ставас, Норвезький університет науки та технологій, Норвегія

Микола Ступнік, Криворізький національний університет, Україна

Джон Стургул, Університет Аделаїди, Австралія

Ялін Ху, Китайський університет гірniцтва та технологій, Китай

Журнал індексується в Scopus, ESCI Emerging Sources Citation Index (Web of Science Core Collection), WorldCat, ResearchBib, Google Scholar, Scinapse

Засновник та видавець Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, Дніпро, Україна
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК №1842 від 11.06.2004

Адреса видавця та редколегії 49005, м. Дніпро, просп. Яворницького, 19, корпус 4, к. 57
тел. +380562471472, факс +380563742184, e-mail: mining.umd@gmail.com

Виготовлення 49127, м. Дніпро, вул. Немировича-Данченка, 30/166, “ЛізуновПрес”
Наклад 120 примірників. Формат 60×90/8. Папір крейдований

Зареєстровано у Міністерстві Юстиції України. Реєстраційний номер КВ 23762-13602 ПР від 06.02.2019.
Включений до Переліку фахових видань України (категорія “А”) згідно наказу
Міністерства освіти і науки України №612 від 07.05.2019



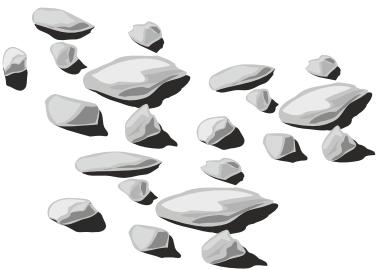
Журнал выпускается при поддержке
украинской Школы горной инженерии

Разработка Месторождений

КВАРТАЛЬНИК

Выпуск 14
Номер 3

ISSN 2415-3443 (Онлайн)
ISSN 2415-3435 (Печать)



Национальный технический университет
“Днепровская политехника”
2020

Scopus



Clarivate
Analytics

ДОМАШНЯЯ СТРАНИЦА

mining.in.ua
<https://doi.org/10.33271/mining>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Владимир Бондаренко, Национальный технический университет
“Днепровская политехника”, Украина

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**

Ирина Ковалевская, Национальный технический университет
“Днепровская политехника”, Украина

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**

Василий Лозинский, Национальный технический университет
“Днепровская политехника”, Украина

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Екатерина Сай, Национальный технический университет
“Днепровская политехника”, Украина

АНГЛОЯЗЫЧНЫЙ РЕДАКТОР

Татьяна Введенская, Национальный технический университет
“Днепровская политехника”, Украина

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ:**

Захариас Агиутантис, Университет Кентукки, США
Виктор Арад, Университет Петросани, Румыния

Маной Намдео Багде, Центральный исследовательский институт горного дела и топлива, Индия
Владимир Билецкий, Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, Украина

Анатолий Булат, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, Украина
Фредерик Кейвид, Витватерсрандский университет, Южно-Африканская Республика

Пётр Чая, Горно-металлургическая академия им. Станислава Сташица, Польша

Роман Дычковский, Национальный технический университет “Днепровская политехника”, Украина
Геннадий Гайко, Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского”, Украина

Доминго Хавьер Карвайл Гомез, Университет Хуэльва, Испания

Владимир Гринев, Институт физики горных процессов НАН Украины, Украина

Моника Хардыгуря, Научно-исследовательский центр “Купрум-медь”, Польша

Мурат Каракус, Университет Аделаиды, Австралия

Владислав Кечоевич, Университет Западной Вирджинии, США

Кароль Костур, Технический университет Кошице, Словакия

Евстахий Крыжановский, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина

Юэх-Хенг Ли, Ченг-Кунгский национальный университет, Тайвань

Хельмут Мишо, Фрайбергская горная академия, Германия

Петер Мозер, Монтанауниверситет Леобен, Австрия

Байшэнг Нэ, Китайский университет горного дела и технологий, Китай

Томас Ооммен, Мичиганский технический университет, США

Мортеза Осанло, Амиркабирский технологический университет, Иран

Геннадий Пивняк, Национальный технический университет “Днепровская политехника”, Украина

Станислав Прусек, Главный институт горного дела, Польша

Алекс Ременников, Буллонгонгский университет, Австралия

Бозидар Сарлер, Новогорицкий университет, Словения

Елена Сдвицкова, Национальный технический университет “Днепровская политехника”, Украина

Александр Шашенко, Национальный технический университет “Днепровская политехника”, Украина

Адам Смолински, Главный институт горного дела, Польша

Кжиштоф Станчик, Главный институт горного дела, Польша

Алексей Столовас, Норвежский университет науки и технологий, Норвегия

Николай Ступник, Криворожский национальный университет, Украина

Джон Стургул, Университет Аделаиды, Австралия

Ялин Ху, Китайский университет горного дела и технологий, Китай

Журнал индексируется в Scopus, ESCI Emerging Sources Citation Index (Web of Science Core Collection), WorldCat, ResearchBib, Google Scholar, Scinapse

Основатель и издатель Национальный технический университет “Днепровская политехника”, Днепр, Украина
Свидетельство субъекта издательского дела ДК №1842 от 11.06.2004

Адрес издателя 49005, г. Днепр, просп. Яворницкого, 19, корпус 4, к. 57
и редколлегии тел. +380562471472, факс +380563742184, e-mail: mining.umd@gmail.com

Изготовление 49127, г. Днепр, ул. Немировича-Данченка, 30/166, “ЛизуновПрес”
Тираж 120 экземпляров. Формат 60×90/8. Бумага мелованная

Зарегистрировано в Министерстве Юстиции Украины. Регистрационный номер КВ 23762-13602 ПР от 06.02.2019.
Включен в Перечень специализированных изданий Украины (категория “А”) согласно приказа Министерства образования и науки Украины №612 от 07.05.2019