



ВЕСТНИК РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ. СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Том 19 № 1 (2018)

DOI: 10.22363/2312-8143-2018-19-1

<http://journals.rudn.ru/engineering-researches>

Научный журнал

Издается с 2000 г.

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61174 от 30.03.2015 г.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Главный редактор

Разумный Юрий Николаевич, директор Инженерной академии РУДН, директор департамента механики и мехатроники института космических технологий Инженерной академии РУДН, Академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, Академик Международной академии астронавтики, доктор технических наук, профессор

Заместитель главного редактора

Резник Сергей Васильевич, заведующий кафедрой НУК «Специальное машиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, профессор

Ответственный секретарь

Ткаченко Ирина Михайловна, доцент департамента механики и мехатроники Инженерной академии РУДН, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии

Алифанов Олег Михайлович — член-корреспондент Российской академии наук, заведующий кафедрой космических систем и ракетостроения, доктор технических наук, профессор, Московский авиационный институт

Галишикова Вера Владимировна — доктор технических наук, директор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии Российского университета дружбы народов

Георгиевский Алексей Федорович — профессор департамента геологии, горного и нефтегазового дела Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор геолого-минералогических наук

Давыдов Василий Андреевич — профессор департамента механики и мехатроники Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор физико-математических наук

Данилов Игорь Кеворкович — директор департамента машиностроения и приборостроения Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Дивеев Асхат Ибрагимович — заведующий сектором проблем кибернетики федерального исследовательского центра информатики и управления Российской академии наук, доктор технических наук, профессор

Забудский Евгений Иванович — профессор департамента механики и мехатроники Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Задиранов Александр Никитович — профессор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Захаров Валерий Николаевич — член-корреспондент Российской академии наук, директор Института проблем комплексного освоения недр Российской академии наук

Иванов Виталий Александрович — академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, Михайловская военная артиллерийская академия, доктор технических наук, профессор

Иванов Вячеслав Николаевич — профессор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Калугин Владимир Тимофеевич — руководитель Научно-учебного комплекса специального машиностроения Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, профессор

Коноплев Владимир Николаевич — профессор департамента машиностроения и приборостроения Инженерной академии Российского университета дружбы народов, доктор технических наук

Корицкова Анна Владимировна — профессор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии Российского университета дружбы народов, доктор технических наук

Кривошапко Сергей Николаевич — профессор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Купреев Сергей Алексеевич — профессор департамента механики и мехатроники Инженерной академии Российского университета дружбы народов, доктор технических наук

Мальшев Вениамин Васильевич — заведующий кафедрой системного анализа Московского авиационного института, доктор технических наук, профессор

Малькова Марианна Юрьевна — профессор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Мельников Виталий Михайлович — профессор департамента механики и мехатроники Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Омельченко Ирина Николаевна — декан факультета инженерного бизнеса и менеджмента Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор

Патрахальцев Николай Николаевич — профессор департамента машиностроения и приборостроения Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Попов Гарри Алексеевич — академик Российской академии наук, директор Научно-исследовательского института прикладной механики и электродинамики Московского авиационного института, доктор технических наук, профессор

Рыльникова Марина Владимировна — главный научный сотрудник Института проблем комплексного освоения недр Российской академии наук, доктор технических наук, профессор

Свицов Александр Петрович — профессор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук

Фомин Валерий Михайлович — профессор кафедры автомобильных и тракторных двигателей, Московский государственный машиностроительный университет, доктор технических наук

Азравал Брідж — профессор Навал Постградуейт Скул, Монтерей, США

Варатараджу Ренугант — профессор Университета Путра Малайзия, Малайзия

Герман Анна — профессор Университета Бейра Интериор, Португалия

Грациани Филиппо — профессор Римского университет «Ла Сапиенца», Италия

Мисра Арун — профессор Университета МакГилл, Канада

Мортари Даниэль — профессор Техасского университета A&M, США

Спенсер Дэвид — профессор Университета Пенн Стейт, США

Фурфаро Роберто — профессор Университета Аризоны, США

Ясаса Тетсуо — профессор Эмеритус, Университет Кюсю, Япония

ВЕСТНИК РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ. СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ISSN 2312-8151 (online); ISSN 2312-8143 (print)

Периодичность 4 выпуска в год.

Сайт журнала: <http://journals.rudn.ru/engineering-researches> (открытый доступ)

Языки: русский, английский.

Журнал индексируют: РИНЦ, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, East View, Cyberleninka.

Включен в Перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК при Минобрнауки России по группе научных специальностей: 05.02.00 — машиностроение и машиноведение; 05.23.00 — строительство и архитектура; 25.00.00 — науки о Земле (по состоянию на 29.01.2018).

Подписной индекс по каталогу агентства «Роспечать» — 18230.

Цель и тематика

В журнале публикуются результаты фундаментальных и прикладных научных исследований российских и зарубежных ученых по направлениям информатика, вычислительная техника, архитектура и строительные науки, машиностроение и материаловедение, геология, горное и нефтегазовое дело, науки о Земле.

Научный журнал «Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования» адресован научным работникам, инженерам, аспирантам, студентам старших курсов технических вузов.

Выпуски журнала в полнотекстовом виде доступны в базе данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) на платформе Научной электронной библиотеки (НЭБ) elibrary.ru, а также на сайте журнала <http://journals.rudn.ru/engineering-researches>.

Редактор: *М.П. Малахов*

Компьютерная верстка: *О.Г. Горюнова*

Адрес редакции:

ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419

Тел.: (495) 955-07-16; e-mail: ipk@rudn.university

Адрес редакционной коллегии серии «Инженерные исследования»:

ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Тел.: (495) 955-07-92; e-mail: engjournalrudn@rudn.university

Подписано в печать 15.10.2017. Выход в свет 30.10.2017. Формат 70×100/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «NewtonС».

Усл. печ. л. 11,29. Тираж 500 экз. Заказ № 10. Цена свободная.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов» (РУДН)

117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Отпечатано в типографии ИПК РУДН

115419, Москва, Россия, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. (495) 952-04-41; e-mail: ipk@rudn.university



RUDN JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCHES

VOLUME 19 NUMBER 1 (2018)

DOI: 10.22363/2312-8143-2018-19-1

<http://journals.rudn.ru/engineering-researches>

Founded in 2000

Founder: PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA

EDITOR-IN-CHIEF

Yury N. Razumny, Director of the Academy of Engineering of RUDN; Director of the Department of Mechanics and Mechatronics, Institute of Space Technologies, Academy of Engineering, RUDN University; Member of Russian Academy of Cosmonautics; Member of International Academy of Astronautics (IAA); Professor

ASSOCIATE EDITOR-IN-CHIEF

Sergey V. Reznik, the Head of the Department of "Special Engineering" MSTU. N.E. Bauman, Professor

ASSISTANT TO THE EDITOR-IN-CHIEF

Irina M. Tkachenko, associate Professor, Department of Mechanics and Mechatronics of the Academy of Engineering of RUDN University

EDITORIAL BOARD

Oleg M. Alifanov — Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Space Systems and Missile Design, Moscow Aviation Institute

Vera V. Galishnikova — Director of the Department of architecture and civil engineering, Engineering Academy, RUDN University, Associate Professor

Aleksei F. Georgievskii — Professor of the Department of Geology, Mining and Oil&Gas Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor
Vasilii A. Davydov — Professor of the Department of Mechanics and Mechatronics, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Igor' K. Danilov — Professor of the Department of Mechanical Engineering and Instrument Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Askhat I. Diveev — Head of the sector of problems of cybernetics of Federal Research Center "Informatics and Control" of the Russian Academy of Sciences, Professor

Evgenii I. Zabudskii — Professor of the Department of Mechanics and Mechatronics, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Aleksandr N. Zadoranov — Professor of the Department of Architecture and Civil Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Valery N. Zaharov — Director of the Institute for Problems of Integrated Development of the Subsurface of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor

Vitalii A. Ivanov — Academician of Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences, Professor

Vyacheslav N. Ivanov — Professor of the Department of Architecture and Civil Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Vladimir T. Kalugin — Dean of the Departments of Mechanical Engineering, Bauman Moscow State Technical University, Professor

Vladimir N. Konoplev — Professor of the Department of Mechanical Engineering and Instrument Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Anna V. Kornilova — Professor of the Department of Architecture and Civil Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Associate Professor

Sergei N. Krivoshapko — Professor of the Department of Architecture and Civil Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Sergey A. Kupreev — Professor of the Department of Mechanics and Mechatronics, Academy of Engineering, RUDN University, Associate Professor

Veniamin V. Malyshev — Head of the Department of System Analysis, Moscow Aviation Institute, Professor

Marianna Y. Mal'kova — Professor of the Department of Architecture and Civil Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Associate Professor

Irina N. Omelchenko — Dean of the Department of Engineering business and management, Bauman Moscow State Technical University, Professor

Nikolai N. Patrakhal'tsev — Professor of the Department of Mechanical Engineering and Instrument Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Harri A. Popov — Director of the Research Institute of Applied Mechanics and Electrodynamics, Moscow Aviation Institute, Member of the Russian Academy of Sciences

Marina V. Rylnikova — Chief Researcher of the Institute for Problems of Integrated Development of the Subsurface of the Russian Academy of Sciences, Professor

Aleksandr P. Svintsov — Professor of the Department of Architecture and Civil Engineering, Engineering Academy, RUDN University, Professor

Valeriy M. Fomin — Moscow Polytechnic University, Professor
Brij Agrawal — Naval Postgraduate School, Monterey, USA, Professor

Renuganth Varatharajoo — University Putra Malaysia, Malaysia, Professor

Anna Guerman — Universidade da Beira Interior, Portugal, Professor

Filippo Graziani — University Roma "La Sapienza", Italy, Professor

Arun Misra — McGill University, Canada, Professor

Daniele Mortari — Texas A&M University, USA, Professor

David Spencer — Penn State University, USA, Professor

Roberto Furfaro — University of Arizona, USA, Associate Professor

Tetsuo Yasaka — Kyushu University, Japan, Professor Emeritus

RUDN JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCHES.
Published by the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

ISSN 2312-8151 (online); ISSN 2312-8143 (print)

Published 4 times a year.

Website: <http://journals.rudn.ru/engineering-researches> (Open Access).

Languages: Russian, English

Indexed by Ulrich's Periodicals Directory, RSCI (elibrary.ru), Cyberleninka, Google Scholar, WorldCat, East View.

Aim and Scope

The journal publishes results of fundamental and applied research of Russian and foreign scientists on specific scientific research themes. The editorial Board of the journal invites the cooperation of experts working in the areas of computer science, computer engineering, architecture and construction sciences, mechanical engineering and materials science, geology, mining and petroleum engineering, earth science.

The scientific journal "RUDN Journal of Engineering Researches" is addressed to researchers, engineers, graduate students, senior students of polytechnical universities.

The Journal has been included in the list of the leading review journals and editions of the Highest Certification Committee of Ministry of Education and Science of Russian Federation in which the basic results of PhD and Doctoral Theses are to be published.

The Journal website operates on the Portal of RUDN University scientific journals: <http://journals.rudn.ru/engineering-researches>. The website contains full information about the Journal, editorial policy and ethics, requirements for the preparation and publication of the articles, etc., as well as full-text issues of the Journal since 2008 (Open Access).

Editor *M.P. Malakhov*
Computer design: *O.G. Gorunova*

Address of the editorial board:
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Ph. +7 (495) 955-07-16; e-mail: ipk@rudn.university

Address of the editorial board Series "Engineering researches":
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Ph. +7 (495) 955-07-92;
e-mail: engjournalrudn@rudn.university

Printing run 500 copies. Open price.
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
"Peoples' Friendship University of Russia"
6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia

Printed at RUDN Publishing House:
3 Ordzhonikidze str., 115419 Moscow, Russia,
Ph. +7 (495) 952-04-41; e-mail: ipk@rudn.university

СОДЕРЖАНИЕ

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Бодня И.С., Тимошенко В.П. Численное моделирование тепловых режимов передней кромки крыла возвращаемого космического аппарата	7
Быков Л.В., Пашков О.А., Правидло М.Н., Янышев Д.С. Математическое моделирование аэродинамической интерференции между отделяемой полезной нагрузкой и самолетом-носителем	22

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Белоусов Ю.В. Расчет погрешности закрепления при установке заготовок на опоры приспособления	38
Рожкова Е.А., Четвериков С.В. Методика проведения экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния профильных соединений с натягом.....	46
Пономарев Н.К., Щесняк Л.Е. К вопросу о гидравлическом расчете основных параметров продольно-циркуляционных течений	59

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Дивеев А.И., Константинов С.В. Задача оптимального управления и ее решение эволюционным алгоритмом «серого волка».....	67
---	----

ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ И НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Голик В.И., Разоренов Ю.И., Ляшенко В.И. Особенности конструирования систем подземного выщелачивания металлов	80
Малькова М.Ю., Задиранов А.Н. Высокотемпературный обжиг руды месторождения Томтор и его особенности	92
Гуськова И.А., Леванова Е.В., Белошапка И.Е. Анализ эффективности нестационарного отбора с использованием оптических и хроматографических методов.....	102
Дьяконов В.В., Котельников А.Е., Жорж Н.В. Палеоструктура восточного Оренбуржья.....	112
Марков В.Е., Васильев Н.П., Карепина К.В., Карелина Е.В. Использование микроструктурного анализа для прогноза морфологии и пространственного расположения хромитовых тел	119
Малюков В.П., Токарев И.С. Исследования разработки Нанкайского газогидратного месторождения	127

CONTENTS

AEROSPACE ENGINEERING

- Bodnya I.S., Timoshenko V.P.** Numerical modeling of a wing leading-edge thermal regimes for a reusable space vehicle 7
- Bykov L.V., Pashkov O.A., Pravidlo M.N., Yanyshchikov D.S.** Numerical simulation of aerodynamic interference between ejected payload and the parent aircraft 22

MECHANICAL ENGINEERING AND MATERIAL SCIENCE

- Belousov Yu.V.** Calculation of clamping error when mounting a workpiece on fixture supports 38
- Rozhkova E.A., Chetverikov S.V.** Technique for conducting experimental studies on stress-strain state of P-3 profile interference fits 46
- Ponomarev N.K., Schesnyak L.E.** On hydraulic analysis of the main parameters of longitudinal-circulating flow 59

COMPUTER SCIENCE, COMPUTATIONAL ENGINEERING AND CONTROL

- Diveev A.I., Konstantinov S.V.** Optimal control problem and its solution by grey wolf optimizer algorithm 67

GEOLOGY, MINING AND OIL&GAS ENGINEERING. EARTH SCIENCE

- Golik V.I., Razoryonov Yu.I., Lyashenko V.I.** Special features of constructing systems for underground leaching of metals 80
- Malkova M.Yu., Zadiranov A.N.** A study on kinetics of roasting of ore from tomtor field 92
- Guskova I.A., Levanova E.V., Beloshapka I.E.** Optical and chromatographic methods for efficiency analysis of non-stationary production 102
- Diakonov V.V., Kotelnikov A.E., Zhorzh N.V.** Paleostucture of East Orenburg region 112
- Markov V.E., Vasiliev N.P., Karepina K.V., Karelina E.V.** Microstructural analysis for predicting the morphology and spatial arrangement of chromite bodies 119
- Malukov V.P., Tokarev I.S.** Research on the development of the Nankai gas hydrates field 127