



# ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Серия  
«Авиационно-ракетное  
и энергетическое  
машиностроение»

Издается с октября 2017 г.  
Выходит 4 раза в год

Том 8 № 4 2024

## УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное  
автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Омский государственный  
технический университет»

Регистрационный номер  
в реестре зарегистрированных  
средств массовой информации  
ПИ № ТУ55-00569 от 17.05.2018 г.  
выдан Управлением Роскомнадзора  
по Омской области

Сайт журнала:  
<https://journals.omg.ru>

Страница журнала на сайте учредителя:  
[http://www.omg.ru/  
general\\_information/media\\_omgtu/  
journal\\_of\\_omsk\\_research\\_journal/](http://www.omg.ru/general_information/media_omgtu/journal_of_omsk_research_journal/)

Подписной индекс  
в каталоге Роспечать 80583

Ответственный секретарь  
М. Ф. Федорчук

Редактор  
Т. П. Сёмина

Компьютерная верстка  
О. Н. Чирун

Макет обложки  
В. С. Гуринов  
М. Ф. Федорчук  
Н. С. Плотникова

© Редакция журнала  
«Омский научный вестник».  
Серия «Авиационно-ракетное  
и энергетическое  
машиностроение», ОмГТУ

Подписано в печать 17.12.2024 г.  
Дата выхода в свет 24.12.2024 г.

Формат 60x84 1/8  
12,32 усл. печ. л.  
Бумага офсетная

Отпечатано на дупликаторе  
отдела научной информации ОмГТУ

Тираж 500 экз.  
(1-й завод 1–100). Заказ 23  
Цена свободная

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Шалай Виктор Владимирович** (главный редактор), д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Юша Владимир Леонидович** (заместитель главного редактора), д. т. н., профессор,  
Омск, Россия

**Краус Юрий Александрович** (заместитель главного редактора), к. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Андреева Елена Григорьевна**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Анисимов Сергей Михайлович**, д. т. н., профессор,  
Вроцлавский политехнический университет, Вроцлав, Польша

**Бурмистров Алексей Васильевич**, д. т. н., профессор,  
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия

**Бурьян Юрий Андреевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Галфетти Лучано**, профессор,  
Миланский политехнический университет, Милан, Италия

**Горюнов Владимир Николаевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Дворников Леонид Трофимович**, д. т. н., профессор,  
Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

**Дроздов Александр Александрович**, д. т. н.,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия

**Жарковский Александр Аркадьевич**, д. т. н., профессор,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия

**Животкевич Игорь Николаевич**, д. т. н., профессор,  
АНО «Институт испытаний и сертификации вооружения и военной техники»,  
Москва, Россия

**Клюшников Валерий Юрьевич**, д. т. н., старший научный сотрудник,  
АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»,  
Москва, Россия

**Ковачевич Ахмед**, профессор,  
Лондонский университет Сити, Лондон, Великобритания

**Корнеев Сергей Александрович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Коротаев Дмитрий Николаевич**, д. т. н., профессор,  
Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

**Кропотин Олег Витальевич**, д. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Куденцов Владимир Юрьевич**, д. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Кузнецов Виктор Иванович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Милованчевич Урош**, доктор, профессор,  
Белградский университет, Белград, Сербия

**Негров Дмитрий Анатольевич**, к. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Полещенко Константин Николаевич**, д. т. н., профессор,  
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, Омск, Россия

**Пронин Владимир Александрович**, д. т. н., профессор,  
Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

**Пустовой Николай Васильевич**, д. т. н., профессор,  
Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

**Савин Леонид Алексеевич**, д. т. н., профессор,  
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, Орел, Россия

**Сулин Александр Борисович**, д. т. н.,  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

**Теплоухов Андрей Анатольевич**, к. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Трушяков Валерий Иванович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Чернышев Андрей Владимирович**, д. т. н., профессор,  
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет), Москва, Россия

**Чугунков Владимир Васильевич**, д. т. н., профессор,  
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет), Москва, Россия

**Щерба Виктор Евгеньевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

**Юн Владимир Климентьевич**, д. т. н.,  
АО «Невский завод», Санкт-Петербург, Россия



# OMSK SCIENTIFIC BULLETIN

Series  
«Aviation-Rocket  
and Power  
Engineering»

Published Since October 2017  
4 Times per Year

Volume 8 No. 4 2024

## FOUNDER

Federal State  
Autonomous Educational Institution  
of Higher Education  
«Omsk State Technical University»

Identification number of registered Mass Media  
ПН № ТУ55-00569 from 17.05.2018  
issued by the Federal Service for  
Supervision of Communications,  
Information Technology, and Mass Media,  
Omsk region

Journal Website:  
<https://journals.omgtu.ru>

Journal Page on Founder's Website:  
[http://www.omgtu.ru/  
general\\_information/media\\_omgtu/  
journal\\_of\\_omsk\\_research\\_journal/](http://www.omgtu.ru/general_information/media_omgtu/journal_of_omsk_research_journal/)

Subscription Index  
in Federal Agency on Press and Mass  
Communications Catalog 80583

Executive Secretary  
M. F. Fedorchuk

Editor  
T. P. Semina

Computer Page-Proofs  
O. N. Chirun

Cover Layout  
V. S. Gurinov  
M. F. Fedorchuk  
N. S. Plotnikova

© Editorial Board of  
«Omsk Scientific Bulletin».  
Series «Aviation-Rocket  
and Power Engineering», OmSTU

Signed in Print 17.12.2024  
Date of Publication 24.12.2024

Format 60x84 1/8  
Conventional  
Printed Sheets 12,32  
Offset Paper

Printed on a Duplicator  
at Scientific Publishing Office,  
Omsk State Technical University

Circulation 500 Copies.  
(The 1st Printing Factory 1-100)  
Order 23  
Open Price

## EDITORIAL STAFF

**Shalay Viktor Vladimirovich, (Chief Editor)**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Yusha Vladimir Leonidovich, (Deputy Chief Editor)**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk, Russia

**Kraus Yuri Aleksandrovich (Deputy Chief Editor)**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Andreeva Elena Grigoryevna**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Anisimov Sergey Mikhailovich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poland

**Burmistrov Aleksey Vasilyevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

**Burian Yuriy Andreevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Galfetti Luciano**, Professor,  
Politecnico di Milano, Milan, Italy

**Goryunov Vladimir Nikolaevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Dvornikov Leonid Trofimovich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

**Drozdov Aleksander Aleksandrovich**, D. Sc. (Engineering),  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

**Zharkovskii Aleksandr Arkadiyevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

**Zhivotkevich Igor Nikolayevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Institute of Testing and Certification of Weapon and Military Equipment, Moscow, Russia

**Klyushnikov Valeriy Yur'yevich**, D. Sc. (Engineering), Senior Researcher,  
JSC «Central Research Institute for Machine Building» (JSC «TsNIMash»), Moscow, Russia

**Kovačević Ahmed**, Professor,  
University of London, City, London, United Kingdom

**Korneyev Sergey Aleksandrovich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Korotaev Dmitriy Nikolayevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI),  
Moscow, Russia

**Kropotin Oleg Vitalyevich**, D. Sc. (Engineering), Associate Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Kudentsov Vladimir Yurievich**, D. Sc. (Engineering), Associate Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Kuznetsov Viktor Ivanovich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Milovančević Uroš**, PhD Mechanical Engineering,  
University of Belgrade, Belgrade, Serbia

**Negrov Dmitriy Anatolyevich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Poleshchenko Konstantin Nikolayevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia

**Pronin Vladimir Aleksandrovich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
ITMO University, Saint Petersburg, Russia

**Pustovoy Nikolay Vasilievich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

**Savin Leonid Alexeevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia

**Sulin Aleksandr Borisovich**, D. Sc. (Engineering),  
Saint Petersburg National Research University of Informational Technologies,  
Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia

**Teploukhov Andrey Anatolyevich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Trushlyakov Valeriy Ivanovich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Chernyshev Andrey Vladimirovich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

**Chugunkov Vladimir Vasilievich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

**Scherba Viktor Evgeniyevich**, D. Sc. (Engineering), Professor,  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

**Yun Vladimir Klimentievich**, D. Sc. (Engineering),  
JSC «REPH», Saint Petersburg, Russia

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

<b>Ю. А. Бурьян, Г. С. Русских.</b> Об изменении кинетической энергии в гидравлическом инерционном преобразователе движения	5
<b>В. А. Пронин, А. В. Кованов, Е. Н. Михайлова, А. Ю. Жилкин.</b> Учет гидродинамических сил при определении силовых факторов, действующих на рабочие органы спирального компрессора	12
<b>В. Е. Щерба, А. К. Кужбанов, М. И. Гильдебрандт, В. Ю. Куденцов, Н. С. Галдин, А. А. Гладенко.</b> Оценка рациональных затрат энергии на диспергирование жидкости в поршневых компрессорах с двухфазным рабочим телом	21
<b>В. Л. Юша.</b> Анализ термодинамической эффективности теоретического многоступенчатого компрессора с комбинированным применением адиабатного, изотермического и субизотермического процессов сжатия	29
<b>А. И. Низовский, С. В. Белькова, Л. О. Штриплинг.</b> Материал на основе алюминия для использования в водородных картриджах системы питания водородных топливных элементов	39
<b>М. С. Исаева, А. И. Петров, Е. П. Банин.</b> Влияние режима работы центробежного насоса систем экстракорпоральной мембранной оксигенации на повреждение крови в нем	46
<b>А. С. Корнеева, Н. Ю. Филькин.</b> Исследование газодинамических процессов в проточной части адсорбционного фильтра с коротким диффузором на базе инженерной методики расчета	54
<b>Тарраф Мохаммад, В. В. Гаевский, Диб Мухаммад.</b> Обзор результатов в применении гибридных транспортных систем с маховиком	63

### АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

<b>А. В. Седельников, А. С. Танеева.</b> Методика проектирования малого космического аппарата технологического назначения	73
<b>С. Май, С. Бяо, Ц. Хуэй, П. Минцзин, Ч. Ао, Д. Чжаовэнь, Е. Чжифэн.</b> Исследование деформации оборудования на основе высокоскоростной съемки с использованием виброплатформы	80
<b>А. С. Серков, В. В. Деркач, С. В. Михайленко, Л. Б. Серкова.</b> Экспериментальное исследование технологических упругих деформаций центральных отверстий шестерней	87

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

<b>А. В. Гулькин, А. А. Теплоухов, Н. А. Семенюк, А. П. Сазанков, А. Е. Карташова, Д. В. Скакун.</b> Влияние объемной модификации наноразмерными частицами диоксида циркония на структуру и механические свойства композиционного материала на основе политетрафторэтилена	100
--	-----

## CONTENTS

---

---

### POWER AND CHEMICAL ENGINEERING

- Yu. A. Burian, G. S. Russkikh.** On the variation of kinetic energy in a hydraulic inertial motion converter 5
- V. A. Pronin, A. V. Kovanov, E. N. Mikhailova, A. Yu. Zhilkin.** Consideration of hydrodynamic forces in determining the force factors acting operating elements of a scroll compressor 12
- V. E. Scherba, A. K. Kuzhbanov, M. I. Gildebrandt, V. Yu. Kudentsov, N. S. Galdin, A. A. Gladenko.** Evaluation of rational energy costs for liquid dispersion in piston compressors with a two-phase working fluid 21
- V. L. Yusha.** Analysis of the thermodynamic efficiency of a theoretical multi-stage compressor with the combined use of adiabatic, isothermal and subisothermal compression processes 29
- A. I. Nizovskii, S. V. Belkova, L. O. Shtripling.** Aluminum-based material for use in hydrogen cartridges of the hydrogen fuel cell supply system 39
- M. S. Isaeva, A. I. Petrov, Ye. P. Banin.** Influence of the extracorporeal membrane oxygenation system centrifugal pump operation mode on blood damage 46
- A. S. Korneeva, N. Yu. Filkin.** Improving the efficiency of adsorption filters with a short diffuser by improving their flow part 54
- Tarraf Mokhammad, V. V. Gayevskiy, Deeb Mukhammad.** Overview of results in the application of flywheel hybrid transportation systems 63

### AVIATION AND ROCKET-SPACE ENGINEERING

- A. V. Sedelnikov, A. S. Taneeva.** Methodology of designing a small spacecraft for technological purposes 73
- X. Mai, X. Biao, Q. Hui, P. Mingjing, Zh. Ao, D. Zhaowen, Y. Zhifeng.** Study of equipment deformation based on high-speed photography using a vibrating platform 80
- A. S. Serkov, V. V. Derkach, S. V. Mikhailenko, L. B. Serkova.** Experimental research of technological elastic deformations of the central holes of gears 87

### MATERIAL SCIENCE AND PROCESSING TECHNOLOGY

- A. V. Gulkin, A. A. Teploukhov, N. A. Semenyuk, A. P. Sazankov, A. E. Kartashova, D. V. Skakun.** Effect of volumetric modification with nanosized zirconium dioxide particles on structure and mechanical properties of composite material based on polytetrafluoroethylene 100