



# ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Серия  
«Авиационно-ракетное  
и энергетическое  
машиностроение»

Издается с октября 2017 г.  
Выходит 4 раза в год

Том 8 № 2 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.omgту.ru>

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

Подписной индекс  
в каталоге Роспечать 80583

Ответственный секретарь  
М. Ф. Федорчук

Редактор  
Т. П. Семина

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 19.06.2024 г.  
Дата выхода в свет 28.06.2024 г.

Формат 60x84 1/8  
8,84 усл. печ. л.  
Бумага офсетная

Отпечатано на дупликаторе  
отдела научной информации ОмГТУ

Тираж 500 экз.  
(1-й завод 1–100). Заказ 16  
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

**Карагусов Владимир Иванович**, д. т. н., старший научный сотрудник,  
Омский государственный технический университет, Омск, 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

**Трушляков 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. 2 2024

## FOUNDER

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

Identification number of registered Mass Media  
ПИ № 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.omg.tu.ru>

Journal Page on Founder's Website:  
[http://www.omg.tu.ru/  
general\\_information/media\\_omgtu/  
journal\\_of\\_omsk\\_research\\_journal/](http://www.omg.tu.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 19.06.2024  
Date of Publication 28.06.2024

Format 60x84 1/8  
Conventional  
Printed Sheets 8,84  
Offset Paper

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

Circulation 500 Copies.  
(The 1st Printing Factory 1–100)  
Order 16  
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 Arkadievich**, 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

**Karagusov Vladimir Ivanovich**, D. Sc. (Engineering), Senior Researcher,  
Omsk State Technical University, Omsk, 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>В. Р. Ведрученко, Е. М. Резанов, А. П. Стариков, А. В. Кушнаренко, П. А. Суровцев, В. А. Кихтенко.</b> О выборе метода динамического нормирования энергоресурсов нефтеперерабатывающих производств	5
<b>В. Л. Юша, С. С. Бусаров, А. В. Недовенчаный.</b> Анализ основных направлений снижения интенсивности массовых потоков рабочего тела через неплотности рабочей камеры поршневой длинноходовой тихоходной компрессорной ступени	13
<b>С. С. Бусаров, А. А. Капелюховская, В. В. Воронин, К. А. Бакулин, Н. Г. Синицин.</b> Снижение пульсаций давления газа в линии всасывания поршневого компрессора при использовании дроссельных шайб	22
<b>А. Д. Ваняшов, И. А. Январев.</b> Проблемы согласованности газодинамических характеристик секций центробежного компрессора и выбора антипомпажных регулирующих клапанов	30
<b>Е. Н. Слободина, А. Г. Михайлов, Е. А. Рогачев, А. М. Парамонов, Е. А. Гасс.</b> Исследование интенсификации теплообмена при кипении наножидкости на поверхности нагрева с нанорельефом	38
<b>А. С. Золотухин, Е. И. Давлетгареева, Ф. А. Малышев.</b> Учет влияния производственных отклонений от формы проточной части многоступенчатого осевого компрессора	45
<b>Н. А. Кудла, А. В. Бураков.</b> Выбор способа снижения трения в разрабатываемых для импортозамещения ротационных холодильных компрессорах	52

### АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

<b>В. В. Макаров, В. И. Кузнецов, И. О. Кузнецова.</b> Критериальная база рабочего процесса трубы Гартмана – Шпренгера	61
<b>В. В. Федянин, В. В. Шалай, В. К. Федоров.</b> Квантово-механическая модель ионного двигателя малого космического аппарата	68

## CONTENTS

---

---

### POWER AND CHEMICAL ENGINEERING

<b>V. R. Vedruchenko, E. M. Rezanov, A. P. Starikov, A. V. Kushnarenko, P. A. Surovtsev, V. A. Kikhtenko.</b> On the choice of the method of dynamic rationing of energy resources in oil refineries	5
<b>V. L. Yusha, S. S. Busarov, A. V. Nedovenchany.</b> The analysis of the main directions for reducing the intensity of mass flows of the working fluid through leaks in the working chamber of a piston long-stroke low-speed compressor stage	13
<b>S. S. Busarov, A. A. Kapelyukhovskaya, V. V. Voronin, K. A. Bakulin, N. G. Sinitsin.</b> Reducing gas pressure pulsations in the suction line of a piston compressor when using throttle washers	22
<b>A. D. Vanyashov, I. A. Yanvarev.</b> Problems of consistency of gas dynamic characteristics of centrifugal compressor sections and selection of anti-surge control valves	30
<b>E. N. Slobodina, A. G. Mikhailov, E. A. Rogachev, A. M. Paramonov, E. A. Gass.</b> The study of heat transfer intensification during boiling of a nanofluid on a heating surface with a nanorelief	38
<b>A. S. Zolotukhin, E. I. Davletgareeva, F. A. Malyshev.</b> Consideration of the effect of manufacturing deviations from the shape of a multistage axial compressor	45
<b>N. A. Kudla, A. V. Burakov.</b> Selecting a method for reducing friction in rotary refrigeration compressors developed for import substitution	52

### AVIATION AND ROCKET-SPACE ENGINEERING

<b>V. V. Makarov, V. I. Kuznetsov, I. O. Kuznetsova.</b> Criteria base of the Hartmann – Sprenger pipe workflow	61
<b>V. V. Fedyanin, V. V. Shalay, V. K. Fedorov.</b> Quantum-mechanical model of ion thruster for small spacecraft	68