



# ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Серия  
«Авиационно-ракетное  
и энергетическое  
машиностроение»

Издается с октября 2017 г.  
Выходит 4 раза в год

Том 9 № 4 2025

## 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 18.12.2025 г.  
Дата выхода в свет 26.12.2025 г.

Формат 60x84 1/8  
12,56 усл. печ. л.  
Бумага офсетная

Отпечатано на дупликаторе  
отдела научной информации ОмГТУ

Тираж 500 экз.  
(1-й завод 1–100). Заказ 88  
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

**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 9 No. 4 2025

## FOUNDER

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

Identification number of registered Mass Media  
ПМ № 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.omgstu.ru>

Journal Page on Founder's Website:  
[http://www.omgstu.ru/  
general\\_information/media\\_omgtu/  
journal\\_of\\_omsrk\\_research\\_journal/](http://www.omgstu.ru/general_information/media_omgtu/journal_of_omsrk_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 18.12.2025  
Date of Publication 26.12.2025

Format 60x84 1/8  
Conventional  
Printed Sheets 12,56  
Offset Paper

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

Circulation 500 Copies.  
(The 1st Printing Factory 1–100)  
Order 88  
Open Price

## EDITORIAL BOARD

**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

**Drozдов 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

**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>А. В. Месропян, Ю. А. Шабельник.</b> Анализ эффективности гребных винтов различных схем на основе численного моделирования рабочих процессов	5
<b>В. А. Пронин, П. А. Белов, В. А. Цветков, М. Х. Джумаев.</b> Оценка влияния тепловых деформаций основных элементов героторного винтового компрессора при расчете минимально безопасных рабочих зазоров	13
<b>В. В. Шалай, А. С. Перин, И. А. Январев, А. В. Крупников.</b> Оценка времени замораживания торфяного грунта для различных систем его температурной стабилизации при формировании дорожного полотна	22
<b>В. Л. Юша, С. С. Бусаров, А. В. Грехнев.</b> Анализ влияния толщины стенки цилиндра на характеристики холодильного одноступенчатого длинноходового поршневого компрессора	30
<b>А. В. Зиновьева.</b> Снижение энергопотребления блока комплексной осушки и очистки воздухоразделительной установки АК-1,5	39
<b>А. А. Казанцев, Д. Р. Малахов, А. В. Махонин, Ф. С. Рябов, М. В. Соловьев, М. Л. Цельмер.</b> Исследование прочностных характеристик рабочих колес высокооборотистых технологических центробежных компрессоров, изготовленных методом вакуумной пайки	46
<b>О. С. Малинина, А. В. Бараненко, Ш. З. Байрамов, А. Н. Корнильев.</b> Анализ показателей комбинированного цикла абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины с двухступенчатой генерацией (тип 3) в зависимости от параметров внешних источников	55
<b>Т. Н. Мустафин, Р. Р. Якупов, О. Ю. Паранина.</b> Особенности расчета температурных полей роторов винтовых компрессоров «сухого» сжатия	63
<b>А. Ю. Овсянников, Е. А. Дорофеев, Е. Н. Дубровский.</b> Исследование технологических режимов работы конденсаторов с применением гидравлических диодов	71
<b>А. П. Шешуков, А. М. Яблоков, Л. Н. Маренина.</b> Реверс-инжиниринг и численное моделирование течения вязкого газа ступени центробежного компрессора турбостартера ТС-21 для построения напорной характеристики с целью дальнейшей модернизации	80

### АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

<b>В. В. Федянин, В. В. Шалай.</b> Особенности термосферы для аэродинамического анализа сверхнизкоорбитальных аппаратов	88
<b>Д. А. Майстренко, А. А. Шагайда, М. Ю. Селиванов, А. С. Ловцов.</b> Оптимизация Е×В методики для исследования зарядового состава ионов в струе плазмы холловских двигателей	100

## CONTENTS

---

### POWER AND CHEMICAL ENGINEERING

<b>A. V. Mesropyan, Yu. A. Shabelnik.</b> Study of the efficiency of various designs propellers based on numerical modeling of working processes	5
<b>V. A. Pronin, P. A. Belov, V. A. Tsvetkov, M. H. Dzhumaev.</b> Evaluation of the effect of thermal deformations of the main elements of a gerotor screw compressor in calculating the minimum safe operating clearances	13
<b>V. V. Shalay, A. S. Perin, I. A. Yanvarev, A. V. Krupnikov.</b> Estimation of peat soil freezing time for various systems of its temperature stabilization during roadbed formation	22
<b>V. L. Yusha, S. S. Busarov, A. V. Grekhnev.</b> Analysis of the effect of cylinder wall thickness on the characteristics of a single-stage long-stroke refrigerating compressor	30
<b>A. V. Zinovieva.</b> Reducing energy consumption of the complex cleaning unit of the AK-1.5 air separation plant	39
<b>A. A. Kazantsev, D. R. Malakhov, A. V. Makhonin, F. S. Ryabov, M. V. Solovyev, M. L. Tselmer.</b> Strength examination of high-speed industrial centrifugal compressor impellers, manufactured by vacuum brazing method	46
<b>O. S. Malinina, A. V. Baranenko, Sh. Z. Bayramov, A. N. Kornilev.</b> Analysis of the combined cycle indicators of the lithium bromide absorption refrigeration machine with double-stage generation (type 3) depending on the parameters of external sources	55
<b>T. N. Mustafin, R. R. Yakupov, O. Yu. Paranina.</b> Calculations features of the temperature fields of "dry" screw compressor rotors	63
<b>A. Yu. Ovsyannikov, E. A. Dorofeev, E. N. Dubrovskiy.</b> Study of the technological operating regimes of condensate pipelines utilizing hydraulic diodes	71
<b>A. P. Sheshukov, A. M. Yablokov, L. N. Marenina.</b> Reverse engineering and numerical modeling of the viscous gas flow of the centrifugal compressor stage of the TS-21 turbo starter to construct a pressure characteristic for the purpose of further modernization	80

### AVIATION AND ROCKET-SPACE ENGINEERING

<b>V. V. Fedyanin, V. V. Shalay.</b> Features of the thermosphere for the aerodynamic analysis of ultralow orbits	88
<b>D. A. Maystrenko, A. A. Shagayda, M. Yu. Selivanov, A. S. Lovtsov.</b> Optimization of the E×B method for studying the charge composition of ions in the plasma jet of Hall effect thrusters	100