



# ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Издается с октября 1997 г.  
Выходит 4 раза в год

№ 4 (192) 2024

## УЧРЕДИТЕЛИ:

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ТУ55-00559 от 06.10.2017 г.  
выдано Управлением Роскомнадзора  
по Омской области

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

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

Подписной индекс  
в каталоге Роспечать 83597

Ответственный секретарь  
М. Ф. Федорчук

Редактор  
Т. П. Семина

Компьютерная верстка  
О. Н. Чирун

Макет обложки  
В. С. Гуринов

© Редакция журнала  
«Омский научный вестник», ОмГТУ

Подписано в печать 20.11.2024 г.  
Дата выхода в свет 29.11.2024 г.

Формат 60x84 1/8.  
18,60 усл. печ. л.  
Бумага офсетная

Отпечатано на дупликаторе  
отдела научной информации ОмГТУ

Тираж 500 экз.  
(1-й завод 1–100). Заказ 21  
Цена свободная

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**КРОПОТИН Олег Витальевич**, главный редактор, д. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ОВЧАРЕНКО Сергей Михайлович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

**ГАЛИЕВ Ильхам Исламович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

**АВДЕЕВА Диана Константиновна**, д. т. н., профессор,  
Томский политехнический университет, г. Томск

**БИРЮКОВ Сергей Владимирович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**БУБНОВ Алексей Владимирович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ВАВИЛОВ Владимир Платонович**, д. т. н., профессор,  
Томский политехнический университет, г. Томск

**ГОРЮНОВ Владимир Николаевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ГРАДОБОВЕВ Александр Васильевич**, д. т. н., профессор,  
Томский политехнический университет, г. Томск

**КАРПОВ Валерий Васильевич**, д. э. н., профессор,  
Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, г. Омск

**КОЗЛОВ Александр Геннадьевич**, д. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**КУЗНЕЦОВ Андрей Альбертович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

**ЛИ Вэймин**, доктор, профессор,  
Ляонинский научно-технологический институт (АНТИ), Бэньси, Китай

**МАЙСТРЕНКО Василий Андреевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**МЭН Чжаоцзюнь**, доктор, профессор,  
Ляонинский научно-технологический институт (АНТИ), Бэньси, Китай

**НАУМЕНКО Александр Петрович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**НОВИКОВ Алексей Алексеевич**, д. т. н.,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**НОВОЖИЛОВ Александр Николаевич**, д. т. н., профессор,  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,  
г. Павлодар, Республика Казахстан

**ОСИПОВ Дмитрий Сергеевич**, д. т. н.,  
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

**ПАНЧУК Константин Леонидович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

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

**ПОЛИЩУК Владимир Иосифович**, д. т. н., профессор,  
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

**ПОПОВ Андрей Юрьевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ПОПОВ Евгений Владимирович**, д. т. н., профессор,  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Нижний Новгород

**РАУБА Александр Александрович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

**РОТКОВ Сергей Игоревич**, д. т. н., профессор,  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Нижний Новгород

**СУШКОВ Валерий Валентинович**, д. т. н., профессор,  
Нижегородский государственный университет, г. Нижегородск

**СЫЗРАНЦЕВ Владимир Николаевич**, д. т. н., профессор,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

**ТАТЕВОСЯН Андрей Александрович**, д. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ТОЛОК Алексей Вячеславович**, д. т. н., профессор,  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва

**ФЕДОРОВ Алексей Аркадьевич**, к. т. н.,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ХАРЛАМОВ Виктор Васильевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

**ХАЦЕВСКИЙ Константин Владимирович**, д. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ХУАН Чжидун**, доктор, профессор,  
Ляонинский научно-технологический институт (АНТИ), Бэньси, Китай

**ЧЕРНЯВСКИЙ Дмитрий Иванович**, д. т. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ШАЛАЙ Виктор Владимирович**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ЩЕРБА Виктор Евгеньевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный технический университет, г. Омск

**ЮРКОВ Виктор Юрьевич**, д. т. н., профессор,  
Омский государственный педагогический университет, г. Омск

**ЯКОВЛЕВА Елена Владимировна**, д. э. н., доцент,  
Омский государственный технический университет, г. Омск



# OMSK SCIENTIFIC BULLETIN

Published Since October 1997.  
Published 4 times a year

**№ 4 (192) 2024**

## FOUNDER

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

Federal State Budgetary  
Educational Institution  
of Higher Education «Omsk State  
Transport University»

Identification number  
of registered Mass Media  
PII № TY55-00559 from 06.10.2017  
issued by the Federal Service for  
Supervision of Communications,  
Information Technology,  
and Mass Media, Omsk region

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

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

Subscription Index  
in Federal Agency on Press and Mass  
Communications Catalog 83597

Executive Secretary  
M. F. Fedorchuk

Editor  
T. P. Semina

Computer Page-Proofs  
O. N. Chirun

Cover Layout  
V. S. Gurinov

© Editorial Board of  
«Omsk Scientific Bulletin»,  
OmSTU

Signed in Print 20.11.2024  
Date of Publication 29.11.2024

Format 60x84 1/8.  
Conventional  
Printed Sheets 18,60  
Offset Paper

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

Circulation 500 Copies.  
(The 1st Printing Factory 1–100).  
Order 21  
Open Price

## EDITORIAL STAFF

- KROPOTIN Oleg Vitalyevich** (Chief Editor), D. Sc. (Technical), Associate Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- OVCHARENKO Sergey Mikhaylovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Transport University, Omsk, Russia
- GALIEV Ilkham Islamovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Transport University, Omsk, Russia
- AVDEEVA Diana Konstantinovna**, D. Sc. (Technical), Professor, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia
- BIRYUKOV Sergey Vladimirovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- BUBNOV Aleksey Vladimirovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- VAVILOV Vladimir Platonovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia
- GORYUNOV Vladimir Nikolaevich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- GRADOBOEV Alexander Vasilievich**, D. Sc. (Technical), Professor, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia
- KARPOV Valeriy Vasilyevich**, D. Sc. (Economic), Professor, Omsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, Omsk, Russia
- KOZLOV Aleksandr Gennadyevich**, D. Sc. (Technical), Associate Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- KUZNETSOV Andrey Albertovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Transport University, Omsk, Russia
- LI Weimin**, Doctor, Professor, Liaoning Institute of Science and Technology (LIST), Benxi, China
- MAYSTRENKO Vasily Andreevich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- MENG Zhaojun**, Doctor, Professor, Liaoning Institute of Science and Technology (LIST), Benxi, China
- NAUMENKO Alexander Petrovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- NOVIKOV Alexey Alexeevich**, D. Sc. (Technical), Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- NOVOZHILOV Aleksandr Nikolayevich**, D. Sc. (Technical), Professor, S.Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan
- OSIPOV Dmitry Sergeevich**, D. Sc. (Technical), Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
- PANCHUK Konstantin Leonidovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- POLESHCHENKO Konstantin Nikolayevich**, D. Sc. (Technical), Professor, Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia
- POLISHCHUK Vladimir Isifovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
- POPOV Andrey Yuryevich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- POPOV Evgeniy Vladimirovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, Russia
- RAUBA Alexander Aleksandrovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Transport University, Omsk, Russia
- ROTKOV Sergey Igorevich**, D. Sc. (Technical), Professor, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, Russia
- SUSHKOV Valery Valentinovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia
- SYZRANTSEV Vladimir Nikolaevich**, D. Sc. (Technical), Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
- TATEVOSYAN Andrey Alexandrovich**, D. Sc. (Technical), Associate Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- TOLOK Aleksey Vyacheslavovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Moscow State University of Technology «STANKIN», Moscow, Russia
- FEDOROV Alexey Arkadievich**, Cand. Sc. (Technical), Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- KHARLAMOV Victor Vasilievich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Transport University, Omsk, Russia
- KHATSEVSKIY Konstantin Vladimirovich**, D. Sc. (Technical), Associate Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- HUANG Zhidong**, Doctor, Professor, Liaoning Institute of Science and Technology (LIST), Benxi, China
- CHERNYAVSKY Dmitry Ivanovich**, D. Sc. (Technical), Associate Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- SHALAY Viktor Vladimirovich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- SCHERBA Victor Evgenievich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
- YURKOV Viktor Yuryevich**, D. Sc. (Technical), Professor, Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia
- YAKOVLEVA Elena Vladimirovna**, D. Sc. (Economic), Associate Professor, Omsk State Technical University, Omsk, Russia

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

<b>М. А. Мукутадзе, П. В. Харламов, В. М. Приходько, Е. А. Болгова, В. Е. Шведова.</b> Оценка износостойкости модифицированной конструкции радиального подшипника с учетом сжимаемости и вязкости микрополярного смазочного материала	5
<b>К. Л. Панчук, Т. М. Мясоедова, Е. В. Любчинов.</b> Математическая модель формообразования циклической и каналовой поверхностей на основе нелинейного вращения	14
<b>Л. А. Сладкова, В. В. Фокин.</b> Изменение напряженно-деформированного состояния элементов опорно-поворотного устройства кранов при эксплуатации	22
<b>В. Ю. Юрков.</b> Интервальные множества в инженерной геометрии	29
<b>А. Х. Шамутдинов, И. Ю. Лесняк.</b> Теоретическое исследование кинематических пар «тор с тором» на основе геометрической кинематики	35
<b>Р. Н. Пигилова, Ф. М. Филиппова, Ю. А. Аверьянова.</b> Снижение травматизма при внедрении автоматизированных систем управления производственных процессов на энергетических предприятиях	44
<b>А. С. Балдина.</b> Построение систем управления затратами по обеспечению качества на российских оборонных предприятиях	52
<b>К. А. Бражникова, Д. Е. Ильц.</b> Методические рекомендации оценки качества процесса управления научно-техническим проектом на этапе научных исследований на базе вуза	58

## ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

<b>М. Я. Клецель, Е. В. Петрова, С. С. Гиршин, В. А. Криволапов, В. Н. Горюнов, В. М. Троценко.</b> Повышение пропускной способности электрических сетей на основе интеграции метеорологических данных	67
<b>В. В. Харламов, Д. И. Попов, П. С. Соколов.</b> Математическая модель электротехнического комплекса с накопителем электрической энергии для испытания асинхронных двигателей	76
<b>С. С. Гиршин, В. А. Деев, Е. В. Петрова, О. В. Кропотин, В. А. Криволапов, В. Н. Горюнов.</b> Уточненный анализ предельных режимов воздушных линий электропередачи	83
<b>О. В. Косарева-Володько, Алилу Сани Маман Кабиру.</b> Проектирование и моделирование фотоэлектрических систем с помощью программного обеспечения PVsystem	91
<b>О. А. Лысенко.</b> Наблюдатель расхода жидкости асинхронного электропривода центробежного насоса	100

## ЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СВЯЗЬ

<b>И. В. Богачков.</b> Анализ характеристик рассеяния Манделъштама – Бриллюэна в разнородностях эрбиевых оптических волокон	108
<b>А. В. Волков, А. М. Добренко, Н. А. Дробницкий, А. А. Дружинин, Д. В. Мылкин, М. О. Шейкин.</b> Измерение и оптимизация индуктивных элементов в системах управления комбинированными энергокомплексами на основе возобновляемых источников энергии	117
<b>Е. А. Абидова.</b> Алгоритм обработки данных в задаче управления состоянием оборудования	125
<b>А. И. Чередов, А. В. Щелканов.</b> Преобразователь ток-частота на основе осциллирующего эффекта	134
<b>С. М. Кулясов, Д. М. Четтер, А. Н. Ляшук.</b> Теоретическая оценка стабильности частоты сигнала цифрового термокомпенсированного кварцевого генератора с термодатчиком на основе двух вспомогательных кварцевых генераторов	139
<b>А. М. Samandari.</b> Promising systems for controlling prosthetics: a review	150

# CONTENTS

---

## MECHANICAL ENGINEERING

<b>M. A. Mukutadze, P. V. Kharlamov, V. M. Prikhodko, E. A. Bolgova, V. E. Shvedova.</b> Evaluation of the wear resistance of the modified radial bearing design considering the compressibility and viscosity of the micropolar lubricant	5
<b>K. L. Panchuk, T. M. Myasoedova, E. V. Lyubchinov.</b> Mathematical model of the formation of cyclic and channel surfaces based on nonlinear rotation	14
<b>L. A. Sladkova, V. V. Fokin.</b> Modification of changes in the stress-strain state of crane slewing gear elements while operational conditions	22
<b>V. Yu. Yurkov.</b> Interval sets in applied geometry	29
<b>A. Kh. Shamutdinov, I. Yu. Lesnyak.</b> Theoretical study of kinematic pairs «torus with torus» based on geometric kinematics	35
<b>R. N. Pigilova, F. M. Filippova, Yu. A. Averyanova.</b> Reduction of injury rate when introducing automated control systems of production processes at energy enterprises	44
<b>A. S. Baldina.</b> Building cost management systems for quality assurance at Russian defense enterprises	52
<b>K. A. Brazhnikova, D. E. Ilts.</b> Methodological recommendations for assessing the quality of science and technology project management process at the scientific research stage on the basis of higher education institution	58

## ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING

<b>M. Ya. Kletsel, E. V. Petrova, S. S. Girshin, V. A. Krivolapov, V. N. Goryunov, V. M. Trotsenko.</b> Increasing the capacity of electric grids based on the integration of meteorological data	67
<b>V. V. Kharlamov, D. I. Popov, P. S. Sokolov.</b> Mathematical model of an electrical complex with the device of electrical energy storage for testing induction motors	76
<b>S. S. Girshin, V. A. Deev, E. V. Petrova, O. V. Kropotin, V. A. Krivolapov, V. N. Goryunov.</b> Refined analysis of the limit modes of overhead power lines	83
<b>O. V. Kosareva-Volodko, Alilu Sani Maman Kabiru.</b> Design and simulation of photovoltaic systems using PVsystem software	91
<b>O. A. Lysenko.</b> Fluid flow observer for an asynchronous electric drive of a centrifugal pump	100

## ELECTRONICS, PHOTONICS, INSTRUMENT ENGINEERING AND CONNECTION

<b>I. V. Bogachkov.</b> Analysis of characteristics of Mandelstam–Brillouin scattering in varieties of erbium optical fibers	108
<b>A. V. Volkov, A. M. Dobrenko, N. A. Drobnitskiy, A. A. Druzhinin, D. V. Mylkin, M. O. Sheykin.</b> Measurement and optimization of inductive elements in control systems of combined heat and power supply based on renewable energy sources	117
<b>E. A. Abidova.</b> Decision support algorithm to prevent hardware failures	125
<b>A. I. Cheredov, A. V. Shchelkanov.</b> Current-to-frequency converter based on oscillistor effect	134
<b>S. M. Kulyasov, D. M. Chetter, A. N. Lyashuk.</b> Theoretical assessment of the stability of a digital thermocompensated quartz oscillator with temperature sensor based on two auxiliary quartz oscillators	139
<b>Самандари Али Мирдан.</b> Перспективные системы для управления протезами: обзор	150