



# ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Издается с октября 1997 г.  
Выходит 4 раза в год

№ 2 (190) 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.omgту/  
journal\\_of\\_omsk\\_research\\_journal/](http://www.omgту.ru/general_information/media.omgту/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 10.06.2024 г.  
Дата выхода в свет 20.06.2024 г.

Формат 60x84 1/8.  
19,76 усл. печ. л.  
Бумага офсетная

Отпечатано на дупликаторе  
отдела научной информации ОмГТУ

Тираж 500 экз.  
(1-й завод 1–100). Заказ 15  
Цена свободная

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**КОСЫХ Анатолий Владимирович**, главный редактор, д. т. н., профессор,  
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

**№ 2 (190) 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  
ПМ № ТУ55-00559 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 10.06.2024  
Date of Publication 20.06.2024

Format 60x84 1/8.  
Conventional  
Printed Sheets 19,76  
Offset Paper

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

Circulation 500 Copies.  
(The 1st Printing Factory 1–100).  
Order 15  
Open Price

## EDITORIAL STAFF

- KOSYKH Anatoly Vladimirovich (Chief Editor)**, D. Sc. (Technical), 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>Д. И. Чернявский, Д. Д. Чернявский.</b> Исследование упругопластического изгиба листовой заготовки различной толщины при ее гибке с учетом эффекта пружинения	5
<b>В. Ю. Юрков, Е. Ю. Долгова, М. А. Чижик.</b> Геометрическая модель прогнозирования свойств систем с интервальными параметрами	15
<b>Е. С. Гебель, А. Ю. Попов, И. Н. Дроздов.</b> Привод подачи режущего инструмента фрезерного станка для обработки вафельного фона	21
<b>И. Ю. Лесняк, З. Н. Соколовский, М. А. Фёдорова, С. В. Гавриленко, А. Ю. Казаков, В. Е. Коновалов.</b> Проблема оценки выносливости элементов корпуса низколетящих орбитальных объектов	29
<b>А. В. Князев, Ю. Ю. Черемухина.</b> Разработка показателей оценки эффективности системы мониторинга процесса разработки документов по стандартизации с применением информационных технологий	37
<b>В. С. Пономарева, О. В. Хомутская.</b> Исследование технологии производства как фактора, влияющего на время цикла сборки изделия	43
<b>Д. Н. Журавлев, А. И. Боровков.</b> Разработка методики учета температурной зависимости свойств материалов при моделировании изнашивания быстровращающейся опорной пары типа «игла-подпятник»	50

## ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

<b>Л. А. Паюк, Н. А. Воронина, А. Д. Умурзакова, Е. Е. Лазуткина, К. В. Хацевский.</b> Система управления микроклиматом тепличного комплекса на базе нечёткой логики	59
<b>В. Т. Сидорова, С. В. Волков, А. И. Орлов.</b> Метод оптимизации размещения компенсирующих и симметрирующих устройств в электрических сетях низкого напряжения	69
<b>Д. Ю. Руди, А. И. Антонов, А. А. Руппель, Е. Ю. Руппель, Т. В. Шитик.</b> Применение методологической базы исследования для определения кондуктивной низкочастотной электромагнитной помехи по коэффициенту $n$ -й гармонической составляющей напряжения	77
<b>Д. А. Давыдов, М. А. Холмов, К. И. Никитин, М. Я. Клецель.</b> Способ построения защиты линии с применением стандарта МЭК 61850 на примере микропроцессорного терминала Sepam серии 1000+	87

## ЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СВЯЗЬ

<b>С. В. Бирюков, А. В. Тюкин, Л. В. Тюкина.</b> Разработка нового метода измерения напряженности электрического поля на основе двоянного электроиндукционного датчика	99
<b>И. В. Богачков.</b> Определение разновидностей оптических волокон и ранняя диагностика их физического состояния на основе анализа характеристик рассеяния Мандельштама – Бриллюэна	107
<b>В. И. Глухов, Л. Г. Варепо.</b> Единая система отсчета геометрических характеристик размерных элементов деталей. Часть II. Геометрические характеристики цилиндрических элементов деталей	117
<b>В. Ш. Сулаберидзе, А. А. Неклюдова.</b> Анализ стабильности и вариативности метрологической характеристики (коэффициента преобразования) вискозиметров стеклянных капиллярных эталонных	126
<b>М. И. Бойчук.</b> Исследование кварцевых резонаторов в миниатюрных металлокерамических корпусах с целью дальнейшего применения в термокомпенсированных генераторах	135
<b>А. Н. Ляшук, П. И. Пузырёв, С. А. Завьялов.</b> Разработка и исследование структуры цифрового измерителя частоты для системы мгновенного измерения частоты	144
<b>Е. С. Климанова.</b> Определение модуля деформации бинарного композита с помощью искусственной нейронной сети	153
<b>Д. Ю. Кутовой, Р. И. Ганиев, М. Л. Шустрова, В. Б. Явкин, В. А. Фафурин.</b> Экспериментальное исследование применимости методик определения коэффициента сжимаемости природного газа в области низких температур	163

# CONTENTS

---

## MECHANICAL ENGINEERING

<b>D. I. Chernyavsky, D. D. Chernyavsky.</b> Study of elastoplastic bending of sheet blank of different thickness at its bending taking into account the springing effect	5
<b>V. Yu. Yurkov, E. Yu. Dolgova, M. A. Chizhik.</b> The geometric predictive model of properties for systems with interval parameters	15
<b>E. S. Gebel, A. Yu. Popov, I. N. Drozdov.</b> Cutting tool feed drive of wafer background milling machine	21
<b>I. Yu. Lesnyak, Z. N. Sokolovsky, M. A. Fedorova, S. V. Gavrilenko, A. Yu. Kazakov, V. E. Konovalov.</b> The problem of assessing endurance of hull elements of low-flying orbital objects	29
<b>A. V. Knyazev, Yu. Yu. Cheremukhina.</b> Development of indicators for evaluating the effectiveness of the monitoring system for development of standardization documents using information technology	37
<b>V. S. Ponomareva, O. V. Khomutskaya.</b> Research of production technology as a factor influencing the time of the product assembly cycle	43
<b>D. N. Zhuravlyov, A. I. Borovkov.</b> Development of a methodology taking into account the temperature dependence of material properties in simulation of wear in fast-rotating pivot jewel bearing support	50

## ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING

<b>L. A. Payuk, N. A. Voronina, A. D. Umurzakova, E. E. Lazutkina, K. V. Khatsevskiy.</b> Greenhouse climate control system based on fuzzy logic	59
<b>V. T. Sidorova, S. V. Volkov, A. I. Orlov.</b> The method for optimizing the placement of compensating and balancing devices in low voltage electrical networks	69
<b>D. Yu. Rudi, A. I. Antonov, A. A. Ruppel, E. Yu. Ruppel, T. V. Shitik.</b> The use of the methodological base of the study to determine the conduction of low-frequency electromagnetic interference according to the coefficient of the $n$ -th harmonic component of the voltage	77
<b>D. A. Davydov, M. A. Kholmov, K. I. Nikitin, M. Ya. Kletsel.</b> The method of line protection construction with application of IEC 61850 standard on the example of Sepam 1000+ series microprocessor terminal	87

## ELECTRONICS, PHOTONICS, INSTRUMENT ENGINEERING AND CONNECTION

<b>S. V. Biryukov, A. V. Tyukin, L. V. Tyukina.</b> Development of a new method for measuring the electric field strength based on a dual electro-induction sensor	99
<b>I. V. Bogachkov.</b> Determination of optical fiber varieties and early diagnosis of their physical condition based on the analysis of Mandelstam – Brillouin backscatter parameters	107
<b>V. I. Glukhov, L. G. Varepo.</b> Unified reference system for geometric characteristics dimensional elements of details. Part II. Geometric characteristics of cylindrical elements of parts	117
<b>V. Sh. Sulaberidze, A. A. Neklyudova.</b> The analysis of stability and variability of metrological characteristic (conversion coefficient) of glass capillary reference viscometers	126
<b>M. I. Boychuk.</b> Study for quartz resonators in miniature metal-ceramic package for further use in temperature-compensated oscillators	135
<b>A. N. Lyashuk, P. I. Puzyrev, S. A. Zavyalov.</b> Development and research of the structure of a digital frequency meter for an instantaneous frequency measurement system	144
<b>E. S. Klimanova.</b> Determination of the deformation modulus of binary composite using artificial neural network	153
<b>D. Yu. Kutovoy, R. I. Ganiev, M. L. Shustrova, V. B. Yavkin, V. A. Fafurin.</b> Experimental verification of the applicability of methods for calculating the compressibility factor of natural gas at low temperatures	163