

**Учредитель:** МГТУ им. Н.Э. Баумана

**Издатель:**

 Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
+7-499-263-69-50, 263-60-45  
press@bmstu.ru, https://bmstu.press

**Редакция:**

 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
+7-499-263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru  
www.izvuzmash.ru

Издаётся с 1958 г. Выходит ежемесячно

 Журнал входит в перечень утвержденных  
ВАК РФ изданий для публикаций трудов  
соискателей ученых степеней

 Журнал включен в систему РИНЦ, Russian  
Science Citation Index на платформе Web of  
Science, EBSCO

 При использовании материалов ссылка  
на журнал обязательна

 Подписной индекс журнала  
«Известия высших учебных заведений.  
Машиностроение» на 2023 г. 70370.  
Подписку можно оформить  
в агентстве «Урал-Пресс»  
+7-495-961-23-62, www.ural-press.ru

**Главный редактор:** С.С. Гаврюшин  
д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**Ответственный секретарь:** Е.Н. Андропова  
**Верстка:** Н.Ф. Бердацева  
**Дизайн:** А.С. Ключева

**Редакционная коллегия:**
**Артемьев Б.В.** д-р техн. наук (Ассоциация «СПЕКТР-ГРУПП»), Россия  
**Бочкарев С.В.** д-р техн. наук (ПНИПУ), Россия  
**Ваулин С.Д.** д-р техн. наук (ЮУрГУ), Россия  
**Галиновский А.Л.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Глазунов В.А.** д-р техн. наук (ИМАШ РАН), Россия  
**Грибин В.Г.** д-р техн. наук (МЭИ), Россия  
**Григорьянц А.Г.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Грубый С.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Девянин С.Н.** д-р техн. наук (РГАУ-МСХА), Россия  
**Демихов К.Е.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Еникеев Р.Д.** д-р техн. наук (УГАТУ), Россия  
**Еремин Е.Н.** д-р техн. наук (ОмГТУ), Россия  
**Зубков Н.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Калиакпаров А.Г.** д-р техн. наук (ПГУ им. С. Торайгырова), Республика Казахстан  
**Камалудинов В.Г.** д-р техн. наук (ЮУрГУ), Россия  
**Келлер И.Э.** д-р физ.-мат. наук (ИМСС УрО РАН, Пермь), Россия  
**Коновалов А.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Люминарский И.Е.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Марков В.А.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Марченко А.П.** д-р техн. наук (НТУ «ХПИ»), Украина

**Подураев Ю.В.** д-р техн. наук (МГТУ «Станкин»), Россия  
**Пожбелко В.И.** д-р техн. наук (ЮУрГУ), Россия  
**Просунцов П.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Резник С.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Русин М.Ю.** д-р техн. наук (НПК РТО), Россия  
**Саяпин С.Н.** д-р техн. наук (ИМАШ РАН), Россия  
**Серебрянников С.В.** д-р техн. наук (МЭИ), Россия  
**Сильченко П.Н.** д-р техн. наук (СФУ), Россия  
**Сорокин Ф.Д.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Судник Л.В.** д-р техн. наук (НИИ ИП с ОП), Беларусь  
**Тимофеев Г.А.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Тимошенко В.П.** д-р техн. наук (ОАО НПО «Молния»), Россия  
**Тимушев С.Ф.** д-р техн. наук (МАИ), Россия  
**Туркин И.К.** д-р техн. наук (МАИ), Россия  
**Хрусталева Б.М.** д-р техн. наук (БНТУ), Беларусь  
**Чернышев А.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Шалай В.В.** д-р техн. наук (ОмГТУ), Россия  
**Шатров М.Г.** д-р техн. наук (МАДИ), Россия  
**Шахматов Е.В.** д-р техн. наук (Самарский университет), Россия  
**Шиганов И.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Щерба В.Е.** д-р техн. наук (ОмГТУ), Россия  
**Юша В.Л.** д-р техн. наук (ОмГТУ), Россия  
**Fautrelle Yves** Prof. Dr.-Phys. (Grenoble Institute of Technology), France  
**Shuguo Wang** Prof. (Harbin Institute of technology), China  
**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Le Quy Don Vietnam State Technical University), Vietnam  
**McMILLAN Alison** Dr. Sc. (Eng.) (Glyndwr University), Great Britain  
**Ceccarelli Marco** Prof. (UNICAS), Italy

 В оформлении использованы  
шрифты Студии Артемия Лебедева

## Содержание

### Машиностроение и машиноведение

**В.И. Пожбелко**

 Универсальный  $L_0$ -алгоритм структурного синтеза и анализа семейства новых платформенных манипуляторов параллельной структуры ..... 3

**Р.Р. Хусаинов, А.А. Линюшин, Л.Ю. Ворочаева, С.И. Савин**

Исследование влияния компонентов задачи оптимального управления на ее частоту для четырехногого шагающего робота ..... 16

**Ю.И. Гордеев, А.С. Бинчуров, Е.В. Москвичев, Г.М. Зеер, Е.Г. Зеленкова, В.Б. Ясинский,**
**С.В. Филиппов, Е.В. Герасимов**

Исследование свойств регулярных структур, полученных аддитивными технологиями в сочетании с методами порошковой металлургии ..... 28

**С.В. Грубый**

Оптимизация режимных параметров точения с использованием степенных и полиномиальных уравнений ..... 44

**С.С. Волков, А.В. Коновалов, В.М. Неровный, Г.А. Бигус**

Исследование амплитудной и фазовой ошибок датчика-опоры при ультразвуковой сварке пластмасс ..... 57

**В.В. Волков-Музылёв**

Влияние угла установки обоймы лепесткового газодинамического подшипника на его работоспособность ..... 64

**А.В. Трулев, С.Ф. Тимушев, В.О. Ломакин, А.В. Клипов, Е.М. Шмидт**

Совершенствование проточной части газосепараторов с использованием мультифазного коэффициента относительной скорости движения дискретных частиц ..... 71

### Энергетика и электротехника

**Л.В. Грехов, В.А. Марков, Д.О. Онищенко, Д.А. Моисеев**

Способы расчета нагрева топлива при впрыскивании в дизельных двигателях с давлением до 400 МПа ..... 84

### Авиационная и ракетно-космическая техника

**С.В. Аринчев**

Анализ прочности печатной платы на растяжение–сжатие методом частиц ..... 96

**А.Е. Кованов, А.В. Мамонов, Н.В. Шишканов, А.И. Ирошников**

Улучшение точностных характеристик формообразующей оснастки с применением композитных силовых каркасов, полученных с использованием бесконтактной измерительной системы ..... 106

**Л.П. Железнов**

Исследование нелинейного деформирования и устойчивости композитной цилиндрической оболочки при комбинированном нагружении крутящим моментом, краевой поперечной силой и внутренним давлением ..... 114

**Founder:** "Bauman Moscow State Technical University"**Publisher:** Bauman Press,  
105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1  
+7-499-263-69-50, 263-60-45  
press@bmstu.ru  
https://bmstu.press**Revision:**  
105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1,  
BMSTU  
+7-499-263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru  
www.ivzuzmash.ruPublished since 1958  
Issued monthlyJournal is included into the list of periodicals  
approved by RF Higher Attestation Commission  
for publication of competitors works for scientific  
degreesThe journal is included in RISC, platform Russian  
Science Citation Index Web of Science, EBSCO

Using materials reference is obligatory

Subscription index of the journal  
BMSTU Journal of Mechanical  
Engineering at 70370.  
The subscription also can be issued  
at the Agency «Ural-Press»  
+7-495-961-23-62, www.ural-press.ru**Editor-in-Chief:** S.Gavryushin  
Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)**Executive Secretary:** E. Andronova**Layout:** N. Berdavsava**Design:** A. Klyucheva**Editorial Board:****Artemiev B.V.** Dr. Sc. (Eng.) (SPECTR-GROUP), Russia  
**Bochkarev S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (PNRPU), Russia  
**Vaulin S.D.** Dr. Sc. (Eng.) (SUSU), Russia  
**Galinovskii A.L.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Glazunov V.A.** Dr. Sc. (Eng.) (IMASH RAN), Russia  
**Gribin V.G.** Dr. Sc. (Eng.) (MPEI), Russia  
**Grigoryants A.G.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Grubiy S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Devyanin S.N.** Dr. Sc. (Eng.) (RSAU – MTAA), Russia  
**Demikhov K.E.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Enikeev R.D.** Dr. Sc. (Eng.) (USATU), Russia  
**Eremine E.N.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Zubkov N.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Kaliakparov A.G.** Dr. Sc. (Eng.) (S. Toraihyrov Pavlodar State University), Kazakhstan  
**Kamaltudinov V.G.** Dr. Sc. (Eng.) (SUSU), Russia  
**Keller I.E.** Dr. of Physical and Mathematical Sciences (IMSS Uro RAS, Perm), Russia  
**Kononov A.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Lyuminarsky I.E.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Markov V.A.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Marchenko A.P.** Dr. Sc. (Eng.) (NTU «KhPI»), Ukraine  
**Poduraev Yu.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MSTU «Stankin»), Russia  
**Pozhbelko V.I.** Dr. Sc. (Eng.) (SUSU), Russia  
**Prosuntsov P.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Reznik S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia**Rusin M.Yu.** Dr. Sc. (Eng.) (NPK RTO), Russia  
**Sayapin S.N.** Dr. Sc. (Eng.) (IMASH RAN), Russia  
**Serebryannikov S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MPEI), Russia  
**Silchenko P.N.** Dr. Sc. (Eng.) (SFU), Russia  
**Sorokin F.D.** Dr.Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Sudnik L.V.** Dr. Sc. (Eng.), (Pulse Processes with Pilot Production), Belarus,  
**Timofeev G.A.** D.Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Timoshenko V.P.** Dr. Sc. (Eng.) (NPO Molniya), Russia  
**Timushev S.F.** Dr. Sc. (Eng.) (MAI), Russia  
**Turkin I.K.** Dr. Sc. (Eng.) (MAI), Russia  
**Khrustalev B.M.** Dr. Sc. (Eng.) (BNTU), Belarus  
**Chernyshev A.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Shalay V.V.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Shatrov M.G.** Dr. Sc. (Eng.) (MADI), Russia  
**Shakhmatov E.V.** Dr. Sc. (Eng.) (Samara University), Russia  
**Shiganov I.N.** Dr.Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Shcherba V.E.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Yusha V.L.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Fautrelle Yves** Prof., Dr.-Phys. (Grenoble Institute of Technology), France  
**Shuguo Wang** Prof. (Harbin Institute of technology), China  
**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Le Quy Don Vietnam State Technical University), Vietnam  
**McMILLAN Alison** Dr. Sc. (Eng.) (Glyndwr University), Great Britain  
**Ceccarelli Marco** Prof. (UNICAS), Italy

Used in the design fonts Lebedev Studio

**Contents****Mechanical Engineering and Machine Science****V.I. Pozhbelko**Universal  $L_0$ -algorithm of structural synthesis and analysis of the family of the new platform  
parallel-structure manipulators ..... 3**R.R. Khusainov, A.A. Linyushin, L.Yu. Vorochaeva, S.I. Savin**Studying the impact of the optimal control problem components on its frequency  
for a quadruple walking robot ..... 16**Y.I. Gordeev, A.S. Binchurov, E.V. Moskvichev, G.M. Zeer, E.G. Zelenkova, V.B. Yasinskiy,****S.V. Filippov, E.V. Gerasimov**  
Investigation of properties of the regular structures obtained by additive technologies in combination  
with the powder metallurgy methods ..... 28**S.V. Grubiy**

Optimization of the turning operating conditions using exponential and polynomial equations ..... 44

**S.S. Volkov, A.V. Kononov, V.M. Nerovnyy, G.A. Bigus**

Research of the support sensor amplitude and phase errors during the plastics ultrasonic welding ..... 57

**V.V. Volkov-Muzylev**

Influence of the foil gas-dynamic bearing installation angle on its performance ..... 64

**A.V. Trulev, S.F. Timushev, V.O. Lomakin, A.V. Klipov, E.M. Shmidt**Improvement of the gas separator flow path using the multiphase coefficient of the discrete particles  
relative motion speed ..... 71**Energy and Electrical Engineering****L.V. Grekhov, V.A. Markov, D.O. Onishchenko, D.A. Moiseev**

Methods for calculating fuel heating at injection with pressure of up to 400 MPa in a diesel engine ..... 84

**Aviation, Rocket and Technology****S.V. Arinchev**

Printed circuit board stress strain strength analysis using the particle approach ..... 96

**A.E. Kovanov, A.V. Mamonov, N.V. Shishkanov, A.I. Iroshnikov**Improving precision characteristics of the form-building equipment using the composite frameworks  
obtained with application of the contactless measurement system ..... 106**L.P. Zheleznov**Investigation of nonlinear deformation and stability of a composite cylindrical shell under combined  
loading with torque, edge transversal force and internal pressure ..... 114