

DOI: 10.15507/2658-4123.029.201902 ISSN 2658-4123 (Print), 2658-6525 (Online)

**Том 29, № 2. 2019**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Основан в январе 1990 г.  
Выходит один раз в квартал

**16+**



**Vol. 29, no. 2. 2019**

SCIENTIFIC JOURNAL  
Founded in January 1990  
Issued quarterly

# **ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ENGINEERING TECHNOLOGIES AND SYSTEMS**

DOI: 10.15507/2658-4123

**Учредитель и издатель –**  
федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего  
образования «Национальный  
исследовательский Мордовский  
государственный университет  
им. Н. П. Огарёва»

**FOUNDER AND PUBLISHER –**  
Federal State  
Budgetary Educational  
Institution  
of Higher Education  
“National Research  
Ogarev Mordovia  
State University”

Предыдущее название (до 2019 года):  
**Вестник Мордовского университета**

The previous name until beginning of 2019:  
**Mordovia University Bulletin**

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК)

Индексируется и архивируется в Web of Science Core Collection (ESCI),  
Российском индексе научного цитирования (РИНЦ),  
а также EBSCO, SHERPA/ReMEO и ResearchBib

Является членом Directory of Open Access Journals (DOAJ),  
Комитета по этике научных публикаций,

Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ) и CrossRef

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор),  
свидетельство ПИ № ФС77-74640 от 24.12.2018 г.

Подписной индекс в каталогах агентств «Роспечать» и «МК-Периодика» – **70539**

**Адрес учредителя, издателя и редакции:**  
430005, Россия, Республика Мордовия,  
г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68/1  
Тел./факс: +7 (8342) 48-14-24

**Founder, Publisher and Editorial House address:**  
68/1 Bolshevistskaya St., Saransk 430005,  
Republic of Mordovia, Russia  
Tel/Fax: +7 8342 481424

© ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», 2019

## Научный журнал «Инженерные технологии и системы»

публикует оригинальные научные исследования, способствующие развитию науки в области инженерных систем и технологий.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики

01.04.05 Оптика

01.04.13 Электрофизика, электрофизические установки

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Редакция журнала осуществляет научное рецензирование (двустороннее слепое) всех поступающих в редакцию статей с целью экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. Рецензии хранятся в издательстве и редакции в течение 5 лет. Редакция журнала направляет копии рецензий авторам представленных материалов и в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении соответствующего запроса.

Журнал индексируется и архивируется в базах данных:

Web of Science Core Collection (ESCI)

Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

EBSCO

ResearchBib

SHERPA/ReMeQ

Журнал является членом Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Комитета по этике научных публикаций, Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ), CrossRef и международного сообщества рецензентов Publons

Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная



## **“Engineering Technologies and Systems” Journal**

accepts unpublished earlier original research results promoting the development of science in the field of engineering system and technologies.

The journal is included in the List of the leading peer-reviewed scientific journals and publications, where basic scientific results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of sciences should be published for scientific specialties and branches of science:

Instruments and Methods of Experimental Physics

Optics

Electrophysics, Electrophysical Installations

Technologies and Means of Agricultural Mechanization

Electrotechnologies and Electrical Equipment in Agriculture

Technologies and Means of Maintenance in Agriculture

To provide complex expert evaluation, all manuscripts undergo “double-blind” review. All reviewers are acknowledged experts in the areas they are responsible for. Reviews are stored in the publishing house and publishing office during five years.

The Editorial staff sends copies of reviews to the authors of the accepted materials and to the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation when requested.

The journal is indexed and archived by databases:

Web of Science Core Collection (ESCI)

Russian Index of Scientific Citations

EBSCO

ResearchBib

SHERPA/RoMEO

The journal is a member of Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA),

Directory of Open Access Journals (DOAJ), Committee on Publication Ethics,

Association of Scientific Editors and Publishers (ASEP), CrossRef

and the international community of reviewers Publons

All the materials of the “Engineering Technologies and Systems” journal are available under Creative Commons “Attribution” 4.0 license



# РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Вдовин Сергей Михайлович** – *главный редактор*, ректор, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», кандидат экономических наук, доцент, ORCID: 0000-0001-7363-1389, rector@mrsu.ru (Саранск, Россия)

**Сенин Петр Васильевич** – *заместитель главного редактора*, проректор по научной работе, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», доктор технических наук, профессор, ORCID: 0000-0003-3400-7780, vice-rector-innov@adm.mrsu.ru (Саранск, Россия)

**Гордина Светлана Викторовна** – *ответственный секретарь*, член Европейской ассоциации научных редакторов (EASE), кандидат педагогических наук, ORCID: 0000-0003-2265-418X, vestnik\_mrsu@mail.ru (Саранск, Россия)

**Аллахвердиев Сурхай Рагим оглы** – академик Российской Академии Естествознания, профессор кафедры лесной индустрии, Бартынский государственный университет, профессор кафедры экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», доктор биологических наук, профессор (Бартын, Турция)

**Булгаков Алексей Григорьевич** – профессор Института строительного дела, Дрезденский технический университет, доктор технических наук, профессор (Дрезден, Германия)

**Димитров Валерий Петрович** – декан факультета приборостроения и технического регулирования, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, ORCID: 0000-0003-1439-1674 (Ростов-на-Дону, Россия)

**Ерофеев Владимир Трофимович** – академик Российской академии архитектуры и строительных наук, декан архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», доктор технических наук, профессор (Саранск, Россия)

**Железникова Ольга Евгеньевна** – директор Института электроники и светотехники, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», кандидат технических наук, доцент (Саранск, Россия)

**Игумнов Леонид Александрович** – директор Научно-исследовательского института механики, заведующий кафедрой теоретической, компьютерной и экспериментальной механики, ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского», доктор физико-математических наук, профессор (Нижний Новгород, Россия)

**Кечемайкин Владимир Николаевич** – директор Рузаевского института машиностроения, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», кандидат экономических наук (Саранск, Россия)

**Котин Александр Владимирович** – заведующий кафедрой механизации переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», доктор технических наук, профессор, ORCID: 0000-0003-0078-1866 (Саранск, Россия)

**Кусмарцев Федор Васильевич** – декан физического факультета, Университет Лафборо, кандидат физико-математических наук (Лафборо, Великобритания)

**Маргулис Виктор Александрович** – заведующий кафедрой теоретической физики, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», доктор физико-математических наук, профессор, ORCID: 0000-0001-6281-9714, margulisva@mrsu.ru (Саранск, Россия)

**Микаева Светлана Анатольевна** – профессор кафедры ПР-4 «Электротехника и электроника», ФГБОУ ВО «Московский технологический университет», доктор технических наук, профессор (Москва, Россия)

**Нишев Константин Николаевич** – директор Института физики и химии, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», кандидат физико-математических наук, доцент, ORCID: 0000-0001-7905-3700 (Саранск, Россия)

**Прытков Юрий Николаевич** – директор Аграрного института, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Саранск, Россия)

**Рябочкина Полина Анатольевна** – главный научный сотрудник лаборатории оптической спектроскопии лазерных материалов, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», доктор физико-математических наук, доцент, ORCID: 0000-0001-8503-8486 (Саранск, Россия)

**Салем Абдель-Бадех Мохамед** – руководитель Исследовательских лабораторий в области искусственного интеллекта и знаний, профессор факультета компьютерных и информационных наук, университет «Ain Shams», доктор наук в области компьютерных технологий, заслуженный профессор (Каир, Египет)

**Скрябин Владимир Александрович** – профессор кафедры технологии машиностроения, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», доктор технических наук, ORCID: 0000-0001-7156-9198 (Пенза, Россия)

**Чучаев Иван Иванович** – декан факультета математики и информационных технологий, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», кандидат физико-математических наук, доцент (Саранск, Россия)

**Шишелова Тамара Ильинична** – профессор кафедры физики, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», доктор технических наук, профессор (Иркутск, Россия)

**Ямашкин Анатолий Александрович** – заведующий кафедрой землеустройства и ландшафтного планирования, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», доктор географических наук, профессор (Саранск, Россия)

## EDITORIAL BOARD

**Sergey M. Vdovin** – *Editor in Chief*, Rector National Research Mordovia State University, Ph.D. (Economics), Associate Professor, ORCID: 0000-0001-7363-1389, rector@mrsu.ru (Saransk, Russia)

**Petr V. Senin** – *Deputy Editor in Chief*, Vice Rector for Science and Research, National Research Mordovia State University, D.Sc. (Engineering), Professor, ORCID: 0000-0003-3400-7780, vice-rector-innov@adm.mrsu.ru (Saransk, Russia)

**Svetlana V. Gordina** – *Executive Editor*, Member of European Association of Science Editors (EASE), Ph.D. (Pedagogy), ORCID: 0000-0003-2265-418X, vestnik\_mrsu@mail.ru (Saransk, Russia)

**Surhay Allahverdi** – Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of Forest Industry Chair, Bartin University, Professor of Ecology and Nature Management Chair, Moscow Pedagogical State University, D.Sc. (Biology), Professor (Bartın, Turkey)

**Aleksey G. Bulgakov** – Professor of Faculty of Architecture, Dresden University of Technology, D.Sc. (Engineering), Professor (Dresden, Germany)

**Ivan I. Chuchayev** – Dean of Mathematics and Information Technology Faculty, National Research Mordovia State University, Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor (Saransk, Russia)

**Valeriy V. Dimitrov** – Dean of Device Manufacturing and Technical Regulation Faculty, Don State Technical University, D.Sc. (Engineering), Professor, ORCID: 0000-0003-1439-1674 (Russia, Rostov-on-Don)

**Leonid A. Igumnov** – Director of Research Institute of Mechanics, Head of Numerical Simulation of Theoretical, Computer and Experimental Mechanics Chair, Lobachevsky State University of Nizhniy Novgorod, D.Sc. (Phys.-Math.), Professor (Nizhniy Novgorod, Russia)

**Vladimir N. Kechemaykin** – Director of Ruzaevka Campus, National Research Mordovia State University, Ph.D. (Economics) (Saransk, Russia)

**Aleksandr V. Kotin** – Director of Institute of Mechanics and Energy, National Research Mordovia State University, D.Sc. (Engineering), Professor, ORCID: 0000-0003-0078-1866 (Saransk, Russia)

**Fedor V. Kusmartsev** – Dean of Institute of Physics, Loughborough University, Ph.D. (Phys.-Math.) (Loughborough, Great Britain)

**Viktor A. Margulis** – Head of Theoretical Physics Chair, National Research Mordovia State University, D.Sc. (Phys.-Math.), Professor, ORCID: 0000-0001-6281-9714, margulisva@mrsu.ru (Saransk, Russia)

**Svetlana A. Mikayeva** – Professor of Electrotechnics and Electronics Chair, Moscow Engineering University, D.Sc. (Engineering), Professor (Moscow, Russia)

**Konstantin N. Nishchev** – Director of Institute of Physics and Chemistry, National Research Mordovia State University, Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor, ORCID: 0000-0001-7905-3700 (Saransk, Russia)

**Yuriy N. Prytkov** – Director of Institute of Agriculture, National Research Mordovia State University, D.Sc. (Agriculture), Professor (Saransk, Russia)

**Polina A. Ryabochkina** – Professor of Chair of General Physics, National Research Mordovia State University, D.Sc. (Phys.-Math.), Associate Professor, ORCID: 0000-0001-8503-8486 (Saransk, Russia)

**Abdel-Badeeh M. Salem** – Head of Artificial Intelligence and Knowledge Engineering Research Labs, Professor of Faculty of Computer and Information Sciences, Ain Shams University, D.Sc. (Computer Science), Emeritus Professor (Cairo, Egypt)

**Tamara I. Shishelova** – Professor of Physics Chair, Irkutsk National Research Technical University, D.Sc. (Engineering), Scopus ID: 6507978465 (Irkutsk, Russia)

**Vladimir A. Skryabin** – Professor of Machine Engineering Technology Chair, Penza State University, D.Sc. (Engineering), ORCID: 0000-0001-7156-9198 (Penza, Russia)

**Anatoliy A. Yamashkin** – Head of Land Utilization and Landscape Design Chair, National Research Mordovia State University, D.Sc. (Geography), Professor (Saransk, Russia)

**Vladimir T. Yerofeyev** – Academician of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dean of Architectural and Civil Engineering Faculty, National Research Mordovia State University, D.Sc. (Engineering), Professor (Saransk, Russia)

**Olga Ye. Zheleznikova** – Director of Institute of Electronics and Light Engineering, National Research Mordovia State University, Ph.D. (Engineering), Associate Professor (Saransk, Russia)



## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Тарасов Е. М., Железнов Д. В., Васин Н. Н., Тарасова А. Е. Обеспечение инвариантности к возмущающим воздействиям в рельсовых линиях.....	152
Чугунов М. В., Полунина И. Н., Попков М. А. Проектирование квадрокоптера на базе интегрированной модельной среды.....	169
Коржавина А. С., Князьков В. С. Метод умножения с масштабированием результата для высокоточных модулярно-позиционных интервально-логарифмических вычислений.....	187
Волчихин В. И., Иванов А. И., Безяев А. В., Куприянов Е. Н. Нейросетевой анализ нормальности малых выборок биометрических данных с использованием хи-квадрат критерия и критериев Андерсона – Дарлинга.....	205

### **ФИЗИКА**

Власенко В. Д., Иванов В. И., Аулов В. Ф., Коневцов Л. А., Мартынова Е. Г., Хасан И. Х. Моделирование температурного поля поверхности при электроискровом легировании металлов.....	218
Юденков А. В., Володченко А. М., Юденкова М. А. Согласованные движения электронов на поверхности графена.....	234

### **ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Сысуев В. А., Саитов В. Е., Фарафонов В. Г., Саитов А. В. Исследование параметров движения зерна в жидкости устройства для удаления спорыньи.....	248
Ашитко А. А., Гавриш Е. А., Несмиян А. Ю., Колесник Р. Ю. Технологические свойства растений редиса.....	265
Белов М. И. Методика расчета длины резки растений кормоуборочными комбайнами: роторным и двойного измельчения.....	279

### **ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Бышов Н. В., Успенский И. А., Алексеев В. В., Фадеев И. В. Изменение контактных углов смачивания при добавлении в моющие растворы поверхностно-активных веществ.....	295
Беляков М. В. Фотолюминесцентный контроль спелости семян зерновых в процессе созревания.....	306

Информация для авторов и читателей (на рус. яз.).....	320
---	-----

Информация для авторов и читателей (на англ. яз.).....	322
--	-----

## **CONTENTS**

### **INFORMATION SYSTEMS**

<b>Tarasov E. M., Zhelezov D. V., Vasin N. N., Tarasova A. E.</b> Providing Invariance to Disturbing Effects in Rail Lines.....	152
<b>Chugunov M. V., Polunina I. N., Popkov M. A.</b> The Quadcopter Design Based on Integrated Model Environment.....	169
<b>Korzhavina A. S., Knyazkov V. S.</b> The Multiplication Method with Scaling the Result for High-Precision Residue Positional Interval Logarithmic Computations.....	187
<b>Volchikhin V. I., Ivanov A. I., Bezyaev A. V., Kupriyanov E. N.</b> The Neural Network Analysis of Normality of Small Samples of Biometric Data through Using the Chi-Square Test and Anderson–Darling Criteria.....	205

### **PHYSICS**

<b>Vlasenko V. D., Ivanov V. I., Aulov V. F., Konevtsov L. A., Martynova E. G., Hasan I. H.</b> Modelling the Temperature Field of a Surface in Using Electrospark Alloying of Metals.....	218
<b>Yudnikov A. V., Volodchenkov A. M., Iudenkova M. A.</b> Cooperative Motion of Electrons on the Graphene Surface.....	234

### **TECHNOLOGIES AND MEANS OF AGRICULTURAL MECHANIZATION**

<b>Sysuev V. A., Saitov V. E., Farafonov V. G., Saitov A. V.</b> Investigation of Grain Movement Parameters in the Liquid of the Device for Removing Ergot.....	248
<b>Ashitko A. A., Gavrish E. A., Nesmiyan A. Yu., Kolesnik R. Yu.</b> Technological Properties of Radish.....	265
<b>Belov M. I.</b> The Method of Calculating Cut Length for Flail and Double Chop Forage Harvesters.....	279

### **TECHNOLOGIES AND MEANS OF MAINTENANCE IN AGRICULTURE**

<b>Byshov N. V., Uspensky I. A., Alekseev V. V., Fadeev I. V.</b> Changing the Contact Wetting Angles when Adding Surface-Active Substances to Washing Solutions.....	295
<b>Belyakov M. V.</b> Photoluminescence Monitoring the Ripeness of Cereal Seeds during Ripening.....	306
<i>Information for Authors and Readers of the Journal (in Russian)</i> .....	320
<i>Information for Authors and Readers of the Journal (in English)</i> .....	322