

doi: 10.15507/2658-4123.033.202304

ISSN 2658-4123 (Print), 2658-6525 (Online)

**Том 33, № 4. 2023**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Основан в январе 1990 г.  
Периодичность издания –  
4 раза в год

**16+**



**Vol. 33, no. 4. 2023**

SCIENTIFIC JOURNAL  
Founded in January 1990  
Periodicity:  
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. Огарева»

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

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

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).

Является членом Directory of Open Access Journals (DOAJ),  
Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA),  
Committee on Publication Ethics (COPE),

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 – **70539**

**Адрес учредителя, издателя и редакции:**  
430005, Российская Федерация,  
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,  
Russian Federation  
Tel/Fax: +7 8342 481424

© ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», 2023

## Инженерные технологии и системы

рецензируемый научный журнал открытого доступа

Цель научного журнала открытого доступа «Инженерные технологии и системы» – знакомство читателей с результатами оригинальных научных исследований в области агропромышленного комплекса и машиностроения России и зарубежных стран. Миссия журнала – создание международной площадки для научной дискуссии исследователей, обмена опытом и публикации актуальных достижений в сфере инженерных систем и технологий.

Журнал адресован исследователям и специалистам, работающим в машиностроении и сельском хозяйстве, преподавателям, аспирантам и студентам высших учебных заведений, а также широкому кругу читателей, интересующихся перспективными направлениями отечественной и зарубежной инженерии.

Редакция журнала осуществляет научное рецензирование (двустороннее слепое) всех поступающих статей. Рукопись статьи направляется на рецензирование для оценки ее научного содержания нескольким ведущим специалистам соответствующего профиля, имеющим научную специализацию, наиболее близкую к тематике статьи.

Редакция журнала реализует принцип нулевой толерантности к плагиату. Мониторинг некорректного цитирования осуществляется с помощью систем «Антиплагиат» и «iThenticate».

Распространение – Российская Федерация, зарубежные страны.

Журнал предоставляет открытый доступ к полным текстам публикаций, исходя из следующего принципа: открытый доступ к результатам исследований способствует увеличению глобального обмена знаниями.

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:

- 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики (технические науки)
- 1.3.6. Оптика (технические науки)
- 1.3.13. Электрофизика, электрофизические установки (технические науки)
- 2.5.3. Трение и износ в машинах (технические науки)
- 4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (технические науки)
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)
- 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)

Журнал индексируется и архивируется в базах данных:

Web of Science Core Collection (ESCI)

Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

Журнал является членом Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Committee on Publication Ethics (COPE), 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

A peer-reviewed open access academic journal

The purpose of the open access academic journal Engineering Technologies and Systems is to introduce the readers to the results of original scientific research in the field of agroindustrial complex and mechanical engineering of Russia and foreign countries. The mission of the journal is to create an international platform for scholarly disputes of researchers, exchange of experience and publication of the articles on current achievements in the field of engineering systems and technologies.

The journal is addressed to researchers and specialists working in mechanical engineering and agriculture, teachers, postgraduates and students of higher educational institutions, and to a wide range of readers interested in advanced research directions of domestic and foreign engineering.

The Editorial Board reviews (double-blind review) all incoming papers. The manuscript of the article is sent for review to several leading specialists of the corresponding profile, who have scientific specialization closest to the subject of the article, to evaluate the scientific content.

The Editorial Board follows the principle of zero tolerance to plagiarism. The incorrect citations shall be monitored with the help of Antiplagiat and iThenticate systems.

The journal is distributed in Russian Federation and other countries of the world.

The journal offers direct open access to full-text issues based on the following principle: open access to research results contributes to the global knowledge sharing.

The journal is included in the List of the leading peer-reviewed scientific journals and publications, where basic scientific results of dissertations for the degrees of Doctor and Candidate of Sciences in scientific specialties and their respective branches of science should be published (Higher Attestation Commission under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation):

Instruments and Methods of Experimental Physics

Optics

Electrophysics, Electrophysical Installations

Friction and Wear in Machines

Gardening, Olericulture, Viticulture and Medicinal Plants

Technologies, Machinery and Equipment for Agroindustrial Complex

Electrotechnologies, Electrical Equipment and Power Supply of Agroindustrial Complex

The journal is indexed and archived by databases:

Web of Science Core Collection (ESCI)

Russian Index of Science Citation

The journal is a member of Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Committee on Publication Ethics (COPE), 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

**Сенин Петр Васильевич** – *главный редактор*, доктор технических наук, профессор, и. о. первого проректора ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», ORCID: 0000-0003-3400-7780, vice-rector-innov@adm.mrsu.ru (Саранск, Российская Федерация)

**Левцев Алексей Павлович** – *заместитель главного редактора*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплоэнергетических систем ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», ORCID: 0000-0003-2429-6777, levtszepar@mail.ru (Саранск, Российская Федерация)

**Гордина Светлана Викторовна** – *ответственный секретарь*, кандидат педагогических наук, ORCID: 0000-0003-2265-418X, vestnik\_mrsu@mail.ru (Саранск, Российская Федерация)

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

**Астахов Михаил Владимирович** – доктор технических наук, профессор кафедры колесных машин и прикладной механики Калужского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана», ORCID: 0000-0001-8675-1611 (Калуга, Российская Федерация)

**Булгаков Алексей Григорьевич** – доктор технических наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Российская Федерация); профессор строительного факультета Дрезденского технического университета, ORCID: 0000-0003-4261-9840 (Дрезден, Германия)

**Гербер Юрий Борисович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и оборудования производства и переработки продукции животноводства ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», ORCID: 0000-0003-3224-6833 (Симферополь, Российская Федерация)

**Чжень Дайфен** – Ph.D., профессор, декан Школы энергетики Цзянсуского университета науки и технологии, директор Международной объединенной лаборатории по экологической энергетике судов и контролю выбросов Цзянсу, ORCID: 0000-0002-4110-2199 (Чжэньцзян, Китай)

**Димитров Валерий Петрович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления качеством ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», ORCID: 0000-0003-1439-1674 (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

**Жачкин Сергей Юрьевич** – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», ORCID: 0000-0002-1844-5011 (Воронеж, Российская Федерация)

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

**Игумнов Леонид Александрович** – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института механики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского», ORCID: 0000-0003-3035-0119 (Нижний Новгород, Российская Федерация)

**Истомина Наталья Леонидовна** – доктор физико-математических наук, начальник отдела физических наук Российской академии наук, заместитель академика-секретаря по научно-организационной работе ОФН РАН; профессор кафедры управления инновациями ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»; главный редактор научно-технического журнала «Фотоника», ORCID: 0000-0001-6008-1226 (Москва, Российская Федерация)

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

**Котин Александр Владимирович** – доктор технических наук, профессор кафедры механизации переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», ORCID: 0000-0001-8235-0052 (Саранск, Российская Федерация)



**Кусмарцев Федор Васильевич** – Ph.D., декан физического факультета Университета Лафборо (Лафборо, Великобритания); профессор Колледжа искусств и наук Университета Халифы (Абу-Даби, ОАЭ)

**Кухарев Олег Николаевич** – доктор технических наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», ORCID: 0000-0002-3519-4066 (Пенза, Российская Федерация)

**Лобачевский Яков Петрович** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, первый заместитель директора ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; академик-секретарь Отделения сельскохозяйственных наук РАН, ORCID: 0000-0001-7863-2962 (Москва, Российская Федерация)

**Микаева Светлана Анатольевна** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры электроники ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», ORCID: 0000-0001-6992-455X (Москва, Российская Федерация)

**Несмиян Андрей Юрьевич** – доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе и инновациям Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», ORCID: 0000-0002-5556-1767 (Зерноград, Российская Федерация)

**Остриков Валерий Васильевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», ORCID: 0000-0003-2927-768X (Тамбов, Российская Федерация)

**Плотников Сергей Александрович** – доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», ORCID: 0000-0002-8887-4591 (Киров, Российская Федерация)

**Прытков Юрий Николаевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехники им. профессора С. А. Лапшина ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева» (Саранск, Российская Федерация)

**Рудик Феликс Яковлевич** – доктор технических наук, профессор кафедры технологий продуктов питания ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова», ORCID: 0000-0001-8444-0115 (Саратов, Российская Федерация)

**Рябочкина Полина Анатольевна** – доктор физико-математических наук, профессор, научный руководитель лаборатории оптической спектроскопии лазерных материалов ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», ORCID: 0000-0001-8503-8486 (Саранск, Российская Федерация)

**Салем Абдель-Бадех Мохамед** – доктор наук в области компьютерных технологий, заслуженный профессор, руководитель исследовательских лабораторий в области искусственного интеллекта и знаний, профессор факультета компьютерных и информационных наук университета Айн Шамс, ORCID: 0000-0003-0268-6539 (Каир, Египет)

**Симдянкин Аркадий Анатольевич** – доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева», ORCID: 0000-0001-9761-6183 (Рязань, Российская Федерация)

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

**Тарасов Евгений Михайлович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», ORCID: 0000-0003-2717-7343 (Самара, Российская Федерация)

**Фатыхов Юрий Адгамович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инжиниринга технологического оборудования Института агроинженерии и пищевых систем Калининградского государственного технического университета, ORCID: 0000-0002-8189-0433 (Калининград, Российская Федерация)

**Федулова Лилия Вячеславовна** – доктор технических наук, профессор РАН, заведующий экспериментальной клиникой лаборатории биологически активных веществ животного происхождения ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, ORCID: 0000-0003-3573-930X (Москва, Российская Федерация)

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

# EDITORIAL BOARD

**Petr V. Senin** – *Editor-in-Chief*, Dr.Sci. (Engr.), Professor, Acting First Vice-Rector, National Research Mordovia State University, ORCID: [0000-0003-3400-7780](#), vice-rector-innov@adm.mrsu.ru (Saransk, Russian Federation)

**Alexey P. Levitsev** – *Deputy Editor-in-Chief*, Dr.Sci. (Engr.), Professor, Head of the Chair of Heat and Power Systems, National Research Mordovia State University, ORCID: [0000-0003-2429-6777](#), levtzevap@mail.ru (Saransk, Russian Federation)

**Svetlana V. Gordina** – *Executive Editor*, Cand.Sci. (Ped.), ORCID: [0000-0003-2265-418X](#), vestnik\_mrsu@mail.ru (Saransk, Russian Federation)

**Surkhay Allahverdiyev** – Dr.Sci. (Biol.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Professor of the Chair of Ecology and Nature Management, Moscow Pedagogical State University (Moscow, Russian Federation); Head of the Forest Industry Chair, Bartin University (Bartın, Turkey)

**Mikhail V. Astakhov** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Wheeled Machines and Applied Mechanics, Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, ORCID: [0000-0001-8675-1611](#) (Kaluga, Russian Federation)

**Alexey G. Bulgakov** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Industrial and Civil Engineering, Southwest State University (Kursk, Russian Federation); Professor of the Faculty of Civil Engineering, Dresden University of Technology, ORCID: [0000-0003-4261-9840](#) (Dresden, Germany)

**Daifen Chen** – Ph.D., Professor, Dean of the School of Energy and Power, Jiangsu University of Science and Technology; Director of the International Joint Laboratory of Ship Green Power and Emission Control of Jiangsu, ORCID: [0000-0002-4110-2199](#) (Zhenjiang, China)

**Valeriy P. Dimitrov** – Dr.Sci. (Engr.), Professor, Head of the Chair of Quality Management, Don State Technical University, ORCID: [0000-0003-1439-1674](#) (Rostov-on-Don, Russian Federation)

**Yury A. Fatykhov** – Dr.Sci. (Engr.), Professor, Head of the Chair of Process Equipment Engineering of Institute of Agricultural Engineering and Food Systems, Kaliningrad State Technical University, ORCID: [0000-0002-8189-0433](#) (Kaliningrad, Russian Federation)

**Liliya V. Fedulova** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of RAS, Head of the Experimental Clinic of the Laboratory of Bioactive Substances of Animal Origin, V. M. Gorbатов Federal Research Center of Food Systems, Russian Academy of Sciences, ORCID: [0000-0003-3573-930X](#) (Moscow, Russian Federation)

**Yuriy B. Gerber** – Dr.Sci. (Engr.), Professor, Head of the Chair of Technology and Equipment for Producing and Processing Livestock Products, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, ORCID: [0000-0003-3224-6833](#) (Simferopol, Russian Federation)

**Leonid A. Igumnov** – Dr.Sci. (Phys.-Math.), Professor, Principal Researcher of Research Institute of Mechanics, Lobachevsky Nizhniy Novgorod State University, ORCID: [0000-0003-3035-0119](#) (Nizhniy Novgorod, Russian Federation)

**Natalia L. Istomina** – Dr.Sci. (Phys.-Math.), Head of Physical Sciences Department, Russian Academy of Sciences, Deputy of Academic Secretary for Scientific and Organizational Work; Professor of the Innovation Management Chair, Moscow Aviation Institute (National Research University); Editor-in-Chief, Photonics Russia, ORCID: [0000-0001-6008-1226](#) (Moscow, Russian Federation)

**Vladimir N. Kechemaykin** – Cand.Sci. (Econ.), Associate Professor, Director of the Ruzaevka Institute of Mechanical Engineering, National Research Mordovia State University (Saransk, Russian Federation)

**Alexander V. Kotin** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Mechanization of Agricultural Production Processing, National Research Mordovia State University, ORCID: [0000-0001-8235-0052](#) (Saransk, Russian Federation)



**Oleg N. Kukharev** – Dr.Sci. (Engr.), Professor, Rector of Penza State Agrarian University,  
ORCID: [0000-0002-3519-4066](#) (Penza, Russian Federation)

**Fedor V. Kusmartsev** – Ph.D., Head of the Physics Department, Loughborough University  
(Loughborough, Great Britain); Professor of the College of Arts and Sciences, Khalifa University  
(Abu Dhabi, UAE)

**Yakov P. Lobachevskiy** – Dr.Sci. (Engr.), Professor, First Deputy Director, Federal Scientific  
Agroengineering Center VIM; Academician-Secretary of the Department of Agricultural Sciences of  
RAS, Academician of RAS, ORCID: [0000-0001-7863-2962](#)  
(Moscow, Russian Federation)

**Svetlana A. Mikayeva** – Dr.Sci. (Engr.), Associate Professor, Professor of the Chair of Electronics,  
MIREA – Russian Technological University, ORCID: [0000-0001-6992-455X](#)  
(Moscow, Russian Federation)

**Andrey Yu. Nesmiyan** – Dr.Sci. (Engr.), Associate Professor, Deputy Director for Research and  
Innovation, Azov-Black Sea Engineering Institute of Don State Agrarian University,  
ORCID: [0000-0002-5556-1767](#) (Zernograd, Russian Federation)

**Valeriy V. Ostrikov** – Dr.Sci. (Engr.), Professor, Head of the Laboratory for the Use of Lubricants and  
Processed Oil Products, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in  
Agriculture, ORCID: [0000-0003-2927-768X](#) (Tambov, Russian Federation)

**Sergey A. Plotnikov** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Mechanical Engineering Technology,  
Vyatka State University, ORCID: [0000-0002-8887-4591](#) (Kirov, Russian Federation)

**Yuriy N. Prytkov** – Dr.Sci. (Agric.), Professor of the Prof. S. A. Lapshin Chair of Zootechnics,  
National Research Mordovia State University (Saransk, Russian Federation)

**Feliks Ya. Rudik** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Technologies of Food Products, Saratov  
State Agrarian University, ORCID: [0000-0001-8444-0115](#) (Saratov, Russian Federation)

**Polina A. Ryabochkina** – Dr.Sci. (Phys.-Math.), Professor, Chief Scientific Officer of the Laboratory of  
Optical Spectroscopy of Laser Materials, National Research Mordovia State University,  
ORCID: [0000-0001-8503-8486](#) (Saransk, Russian Federation)

**Abdel-Badeeh M. Salem** – Dr.Sci. (CS), Professor Emeritus, Head of Artificial Intelligence and  
Knowledge Engineering Research Labs, Professor of the Faculty of Computer and Information Sciences,  
Ain Shams University, ORCID: [0000-0003-0268-6539](#) (Cairo, Egypt)

**Tamara I. Shishelova** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Physics, Irkutsk National Research  
Technical University (Irkutsk, Russian Federation)

**Arkadii A. Simdiankin** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Technical Operation of Transport,  
Ryazan State Agrotechnological University, ORCID: [0000-0001-9761-6183](#)  
(Ryazan, Russian Federation)

**Vladimir A. Skryabin** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Technology and Equipment in  
Mechanical Engineering, Penza State University, ORCID: [0000-0001-7156-9198](#)  
(Penza, Russian Federation)

**Evgeniy M. Tarasov** – Dr.Sci. (Engr.), Professor, Head of the Chair of Automatics, Telemechanics  
and Communication on Railway Transport, Samara State Transport University,  
ORCID: [0000-0003-2717-7343](#) (Samara, Russian Federation)

**Sergey Yu. Zhachkin** – Dr.Sci. (Engr.), Professor of the Chair of Automated Equipment for Machine  
Building Production, Voronezh State Technical University, ORCID: [0000-0002-1844-5011](#)  
(Voronezh, Russian Federation)

**Olga Ye. Zheleznikova** – Cand.Sci. (Engr.), Associate Professor, Director of the Institute of Electronics  
and Light Engineering, National Research Mordovia State University  
(Saransk, Russian Federation)



## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

Лобачевский Я. П., Шемякин А. В., Лимаренко Н. В., Успенский И. А., Юхин И. А. Контрфактуальный анализ эффективности обеззараживания органических отходов животноводства .....	466
Чаплыгин М. Е., Жалнин Э. В., Шибряева Л. С., Подзоров А. В. Закономерности влияния густоты посева озимой пшеницы на ее урожайность .....	490
Лачуга Ю. Ф., Месхи Б. Ч., Пахомов В. И., Рудой Д. В., Камбулов С. И., Мальцева Т. А. Исследование изменения аминокислотного состава зерновых колосовых культур в процессе созревания .....	508

### **АГРОИНЖЕНЕРИЯ**

Труфляк Е. В., Потебня А. Н. Параметры и режимы работы срезюще-измельчающего аппарата .....	524
Зинцов А. Н., Ковалев М. М., Перов Г. А., Перов М. Г., Добрецов В. А. Влияние процессов вспушивания ленты стеблей льна на структурные параметры слоя .....	542

### **ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ**

Каповский Б. Р., Пчелкина В. А., Дыдыкин А. С. Применение нечеткой и четкой математических моделей в гибридном управлении процессом одностадийного измельчения замороженного мясного сырья .....	558
--	-----

### **ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ**

Калабкин А. А., Кузнецов Е. А., Ивлиев С. Н., Ашрятов А. А. Калабкин В. А., Мусатов А. С. Разработка светодиодного фитооблучателя для выращивания растений в теплицах .....	585
Балджи М. С., Далджали А. Анализ мощности электромагнитных сборщиков с тороидальным сердечником для линий электропередачи .....	599
Информация для авторов и читателей .....	612





## ***CONTENTS***

### ***TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT***

<b>Lobachevsky Ya. P., Shemyakin A. V., Limarenko N. V., Uspensky I. A., Yukhin I. A.</b> Counterfactual Analysis of the Efficiency of Decontamination of Livestock Production Organic Wastes .....	466
<b>Chaplygin M. E., Zhalnin E. V., Shibryaeva L. S., Podzorov A. V.</b> Patterns of Influence of Winter Wheat Sowing Density on Its Yield .....	490
<b>Lachuga Yu. F., Meskhi B. Ch., Pakhomov V. I., Rudoy D. V., Kambulov S. I., Maltseva T. A.</b> Study of Changes in the Amino Acid Composition of Spiked Cereals during the Ripening Process .....	508

### ***AGRICULTURAL ENGINEERING***

<b>Truflyak E. V., Potebnya A. N.</b> Parameters and Operation Modes of the Cutting and Chopping Apparatus .....	524
<b>Zintsov A. N., Kovalev M. M., Perov G. A., Perov M. G., Dobretsov V. A.</b> Influence of the Processes of Fluffing the Flax Stem Strips on the Structural Parameters of the Layer .....	542

### ***FOOD SYSTEMS***

<b>Kapovskiy B. R., Pchelkina V. A., Dydykin A. S.</b> Application of Fuzzy and Clear Mathematical Models in Hybrid Control of the Process of Single-Stage Mincing of Frozen Meat ...	558
---	-----

### ***ELECTRICAL TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT***

<b>Kalabkin A. A., Kuznetsov E. A., Ivliyev S. N., Ashryatov A. A., Kalabkin V. A., Musatov A. S.</b> The Development of LED Grow Light for Greenhouse Cultivation .....	585
<b>Balci M. S., Dalcali A.</b> Power Analysis of Toroidal Core Electromagnetic Energy Harvesters for Transmission Lines .....	599
<i>Information for Authors and Readers of the Journal</i> .....	612