

# ВЕСТНИК

---

МОСКОВСКОГО  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА

---

№ 6

2022

---

Теоретический  
и научно-практический журнал

Выходит 6 раз в год

Москва  
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

# BULLETIN

---

## OF MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE

---

**№ 6**

**2022**

---

Theoretical  
and scientific and practical journal

Published 6 times a year

**Alternative Title:**

Vestnik Moskovskogo Energeticheskogo Instituta (Vestnik MEI)

**Moscow  
National Research University «MPEI»**

## РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

**Рогалев Николай Дмитриевич** — главный редактор

Доктор технических наук, ректор НИУ «МЭИ», заведующий кафедрой тепловых электрических станций НИУ «МЭИ»

**Замолотчиков Владимир Николаевич** — заместитель главного редактора

Кандидат технических наук, первый проректор НИУ «МЭИ», профессор кафедры радиотехнических систем НИУ «МЭИ»

**Зайко Елена Семеновна** — организационный редактор

Кандидат технических наук, ведущий инженер отдела «Центр международного сотрудничества и научно-технической информации» НИУ «МЭИ»

### 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**Амосов Андрей Аверинович**

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования НИУ «МЭИ»

**Большаков Александр Афанасьевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и управления Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)

**Дубинский Юлий Андреевич**

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования НИУ «МЭИ», заслуженный деятель науки РФ

**Панасенко Григорий Петрович**

Доктор физико-математических наук, профессор института Камилла Жордана, Франция

**Филаретов Геннадий Федорович**

Доктор технических наук, профессор кафедры управления и интеллектуальных технологий НИУ «МЭИ»

### 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации

**Андрюшин Александр Васильевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

**Аракелян Эдик Койрунович**

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

**Биленко Виктор Абрамович**

Доктор технических наук, технический директор ЗАО «Интеравтоматика»

**Большаков Александр Афанасьевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и управления Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)

**Борисов Вадим Владимирович**

Доктор технических наук, профессор кафедры вычислительной техники филиала НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

**Брехов Олег Михайлович**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой вычислительных машин, систем и сетей Московского авиационного института

**Еремеев Александр Павлович**

Доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта НИУ «МЭИ»

**Зинченко Людмила Анатольевна**

Доктор технических наук, профессор кафедры ИУ-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

**Колосов Олег Сергеевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры управления и интеллектуальных технологий НИУ «МЭИ»

**Котенко Игорь Витальевич**

Доктор технических наук, главный научный сотрудник и руководитель лаборатории проблем компьютерной безопасности Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской Академии наук

**Кулагин Владимир Петрович**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой аппаратного, программного и математического обеспечения вычислительных систем МИРЭА — Российского технологического университета, действительный член Академии естественных наук

**Кутепов Виталий Павлович**

Доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта НИУ «МЭИ»

**Марков Алексей Сергеевич**

Доктор технических наук, Президент АО «НПО «Эшелон»

**Минзов Анатолий Степанович**

Доктор технических наук, профессор кафедры безопасности и информационных технологий НИУ «МЭИ»

**Проталинский Олег Мирославович**

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

**Смелянский Руслан Леонидович**

Доктор физико-математических наук, член-корр. РАН, заведующий кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

**Топорков Виктор Васильевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой вычислительных технологий НИУ «МЭИ»

**Федулов Александр Сергеевич**

Доктор технических наук, директор филиала НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, заведующий кафедрой вычислительной техники

**Филаретов Геннадий Федорович**

Доктор технических наук, профессор кафедры управления и интеллектуальных технологий НИУ «МЭИ»

**Фролов Александр Борисович**

Доктор технических наук, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования НИУ «МЭИ»

**Хачумов Вячеслав Михайлович**

Доктор технических наук, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра информатики и управления РАН

**Чистякова Тамара Балабековна**

Доктор технических наук, заведующая кафедрой систем автоматизированного проектирования и управления Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)

### 2.4. Энергетика и электротехника

**Андрюшин Александр Васильевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

**Анучин Алексей Сергеевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой автоматизированного электропривода НИУ «МЭИ»

**Аракелян Эдик Койрунович**

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

**Асташев Михаил Георгиевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой промышленной электроники НИУ «МЭИ»

**Баяр Бат-Эрдэнэ**

Доктор (Ph.D), член технико-технологического суб-ассамблея АН Монголии, директор Энергетического Института Монгольского государственного университета науки и технологий

**Безруких Павел Павлович**

Доктор технических наук, профессор кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии НИУ «МЭИ»

**Будак Владимир Павлович**

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

**Бутырин Павел Анфимович**

Доктор технических наук, член-корр. РАН, профессор кафедры теоретических основ электротехники НИУ «МЭИ»

**Бухмиров Вячеслав Викторович**

Доктор технических наук, профессор кафедры теоретических основ теплотехники Ивановского государственного энергетического университета

**Вариводов Владимир Николаевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры техники и электрофизики высоких напряжений НИУ «МЭИ»

**Гаряев Андрей Борисович**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой тепломассообменных процессов и установок НИУ «МЭИ»

**Грибин Владимир Георгиевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры паровых и газовых турбин НИУ «МЭИ»

**Григорьев Андрей Андреевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

**Дарьян Леонид Альбертович**

Доктор технических наук, директор по научно-техническому сопровождению АО «Техническая инспекция ЕЭС», действительный член Академии электротехнических наук РФ

**Дмитриев Александр Сергеевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры низких температур НИУ «МЭИ»

**Драгунов Виктор Карпович**

Доктор технических наук, проректор по научной работе НИУ «МЭИ», заведующий кафедрой технологии металлов НИУ «МЭИ»

**Жуков Василий Владимирович**

Доктор технических наук, профессор кафедры электрических станций НИУ «МЭИ»

**Казаков Юрий Борисович**

Доктор технических наук, профессор кафедры электромеханики Ивановского государственного энергетического университета имени И.С. Тургенева, действительный член Академии электротехнических наук РФ

**Качанов Александр Николаевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой электрооборудования и энергосбережения Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, действительный член Академии электротехнических наук РФ

**Крюков Алексей Павлович**

Доктор технических наук, профессор кафедры низких температур НИУ «МЭИ»

**Кувалдин Александр Борисович**

Доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий НИУ «МЭИ»

**Курбатов Павел Александрович**

Доктор технических наук, профессор кафедры электромеханики, электрических и электронных аппаратов НИУ «МЭИ»

**Лепешкин Александр Роальдович**

Доктор технических наук, профессор Московского авиационного института

**Марков Владимир Анатольевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой комбинированных двигателей и альтернативных энергоустановок МГТУ им.

Н.Э. Баумана, Москва, действительный член Академии военных наук

**Мелихов Олег Игорьевич**

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры атомных электрических станций НИУ «МЭИ»

**Овчинникова Ирина Александровна**

Доктор технических наук, директор научного направления — заведующая отделением № 2 ОАО «ВНИИ КП», действительный член Академии электротехнических наук РФ

**Панфилов Дмитрий Иванович**

Доктор технических наук, научный руководитель АО НТЦ Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы, действительный член Академии электротехнических наук РФ, действительный член Российской Инженерной Академии,

**Петрова Тамара Ивановна**

Доктор технических наук, профессор кафедры теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича НИУ «МЭИ»

**Попов Олег Алексеевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

**Попов Станислав Константинович**

Доктор технических наук, профессор кафедры инновационных технологий наукоемких отраслей НИУ «МЭИ»

**Проскуряков Константин Николаевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры атомных электрических станций НИУ «МЭИ»

**Радин Юрий Анатольевич**

Доктор технических наук, главный специалист ПАО «Мосэнерго»

**Росляков Павел Васильевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры моделирования и проектирования энергетических установок НИУ «МЭИ»

**Серебрянников Сергей Владимирович**

Доктор технических наук, профессор кафедры физики и технологии электротехнических материалов и компонентов НИУ «МЭИ», действительный член Академии электротехнических наук РФ

**Смирнов Сергей Евгеньевич**

Доктор технических наук профессор кафедры химии и электрохимической энергетики НИУ «МЭИ», научный руководитель отдела аспирантуры и докторантуры НИУ «МЭИ»

**Стрижов Валерий Федорович**

Доктор физико-математических наук, заместитель директора института проблем

безопасного развития атомной энергетики РАН

**Строев Владимир Андреевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры электроэнергетических систем НИУ «МЭИ», действительный член Академии электротехнических наук РФ

**Султангузин Ильдар Айдарович**

Доктор технических наук, профессор кафедры промышленных теплоэнергетических систем НИУ «МЭИ»

**Томаров Григорий Валентинович**

Доктор технических наук, генеральный директор ООО «Геотерм-М»

**Тягунов Михаил Георгиевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии НИУ «МЭИ»

**Федин Максим Андреевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий НИУ «МЭИ»

**Филиппов Юрий Петрович**

Доктор технических наук, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория физики высоких энергий, Руководитель группы криофизики, г. Дубна

**Хохлов Владимир Александрович**

Доктор технических наук, профессор кафедры энергетических и гидротехнических сооружений НИУ «МЭИ», профессор Туринского политехнического университета в городе Ташкенте

**Чемборисова Наиля Шавкатовна**

Доктор технических наук, профессор кафедры электроэнергетических систем НИУ «МЭИ»

**Щербаков Алексей Владимирович**

Доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий НИУ «МЭИ»

**Ягов Виктор Владимирович**

Доктор технических наук, профессор кафедры инженерной теплофизики им. В.А. Кириллина НИУ «МЭИ»

### История науки и техники (специальность 5.6.6)

**Чернобаев Анатолий Александрович**

Доктор исторических наук, профессор кафедры истории и культурологии НИУ «МЭИ», действительный член Международной Академии информатизации

# THE JOURNAL EDITORIAL BOARD

## **ROGALEV Nikolai D. — editor-in-chief**

Doctor of Technical Sciences, Rector of NRU MPEI, Head of Thermal Power Plants Department, NRU MPEI

## **ZAMOLODCHIKOV Vladimir N. — deputy editor-in-chief**

Ph.D. in Engineering, First Vice-Rector of NRU MPEI, Professor of Radio Systems Department, NRU MPEI

## **ZAICO Elena S. — managing editor**

Ph. D. in Engineering, Leading Engineer of International Research Cooperation Department, NRU MPEI

### **1.2.2. Mathematical Modeling, Numerical Methods and Software Packages**

## **AMOSOV Andrey A.**

Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Mathematical and Computer Modeling Department, NRU MPEI

## **BOLSHAKOV Aleksandr A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Computer Aided Design and Control Systems Department, St.-Petersburg State Technological Institute (Technical University)

## **DUBINSKII Yulii A.**

Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Mathematical and Computer Modeling Department, NRU MPEI; Honored Worker of Science

## **PANASENKO Grigory P.**

Doctor of Physics and Mathematics, Institute Camille Jourdan, France

## **FILARETOV Gennady F.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Intelligent Technologies Department, NRU MPEI

### **2.3. Information Technology and Telecommunications**

## **ANDRIUSHIN Aleksandr V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

## **ARAKELIAN Edik K.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

## **BILENKO Viktor A.**

Doctor of Technical Sciences, Technical Director of «Interautomatica»

## **BOLSHAKOV Aleksandr A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Computer Aided Design and Control Systems Department, St.-Petersburg State Technological Institute (Technical University)

## **BORISOV Vadim V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Computer Engineering Department, The Branch of the NRU MPEI in Smolensk

## **BREKHOV Oleg M.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Computers, Systems and Networks Department, Moscow Aviation Institute

## **YEREMEEV Aleksandr P.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Applied Mathematics and Artificial Intelligence Department, NRU MPEI

## **ZINCHENKO Lyudmila A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Bauman Moscow State Technical University

## **KOLOSOV Oleg S.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Intelligent Technologies Department, NRU MPEI

## **KOTENKO Igor V.**

Doctor of Technical Sciences, Chief Scientist of St.-Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS)

## **KULAGIN Vladimir P.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Hardware, Software and Mathematics Provision of Computing Systems Department RTU MIREA

## **KUTEPOV Vitaly P.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Applied Mathematics and Artificial Intelligence Department, NRU MPEI

## **MARKOV Aleksey S.**

Doctor of Technical Sciences, President of JSC NPO «Echelon»

## **MINZOV Anatoly S.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Security and Information Technologies Department, NRU MPEI

## **PROTALINSKY Oleg M.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

## **SMELYANSKIY Ruslan L.**

Doctor of Physics and Mathematics, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Head of the Computer Systems Automation Department

## **TOPORKOV Viktor V.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Computational Technologies Department, NRU MPEI

## **FEDULOV Aleksandr S.**

Doctor of Technical Sciences, Director of the National Research University «MPEI» Branch, the City of Smolensk, Russia, Head of the Computer Engineering Department

## **FILARETOV Gennady F.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Intelligent Technologies Department, NRU MPEI

## **FROLOV Aleksandr B.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Mathematical and Computer Modeling Department, NRU MPEI

## **KHACHUMOV Vyacheslav M.**

Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of the Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences

## **CHISTIANKOVA Tamara B.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Computer Aided Design and Control Systems Department, St.-Petersburg State Technological Institute (Technical University)

### **2.4. Energy and Electrical Engineering**

## **ANDRIUSHIN Aleksandr V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

## **ANUCHIN Aleksey S.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Electric Drives Department, NRU MPEI

## **ARAKELIAN Edik K.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

## **ASTASHEV Michael G.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Industrial Electronics Department, NRU MPEI

## **BAYAR Bat-Erdene**

Ph.D. in Engineering, Head of Energy Institute, Mongol State University of Science and Technology, Mongolia

## **BEZRUKIKH Pavel P.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Hydro Power Engineering and Renewable Energy Sources Department, NRU MPEI

## **BUDAK Vladimir P.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Lighting Engineering Department, NRU MPEI

## **BUTYRIN Pavel A.**

Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Theoretical Fundamentals of Electrical Engineering Department, NRU MPEI

## **BUKHMIROV Viacheslav V.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Theoretical Foundations of Heat Engineering Department, Ivanovo State Power Engineering University

## **VARIVODOV Vladimir N.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of High Voltage Engineering and Electrical Physics Department, NRU MPEI

## **GARIYEV Andrey B.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Heat-and-Mass Exchange Processes and Installations Department, NRU MPEI

## **GRIBIN Vladimir G.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Steam and Gas Turbines Department, NRU MPEI

## **GRIGORYEV Andrey A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Lighting Engineering Department, NRU MPEI

**DARIAN Leonid A.**

Doctor of Technical Sciences, Director of Scientific and Technical Support Technical Inspection UES, JSC

**DMITRIYEV Aleksandr S.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Low Temperatures Department, NRU MPEI

**DRAGUNOV Viktor K.**

Doctor of Technical Sciences, Vice-rector for Research, Head of Metal Technology Department, NRU MPEI

**ZHUKOV Vasilii V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electrical Stations Department, NRU MPEI

**KAZAKOV Yuriy B.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electromechanics Department, Ivanovo State Power Engineering University

**KACHANOV Aleksandr N.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Electrical Equipment and Energy Saving Department Orel State University named after I.S. Turgenyev

**KRYUKOV Aleksey P.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Low Temperatures Department, NRU MPEI

**KUVALDIN Aleksandr B.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Supply of Industrial Enterprises and Electrical Technology Department, NRU MPEI

**KURBATOV Pavel A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electromechanics, Electrical and Electronic Apparatuses Department, NRU MPEI

**LEPESHKIN Aleksandr R.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Moscow Aviation Institute

**MARKOV Vladimir A.**

Doctor of Technical Sciences, Head of the Combined Engines and Alternative Power Plants Department of Bauman Moscow State Technical University

**MELIKHOV Oleg I.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Nuclear Power Plants Department, NRU MPEI

**OVCHINNIKOVA Irina A.**

Doctor of Technical Sciences, Russian Cable Scientific Research and Development Institute (VNIKP, JSC), Director of «Telecom Cables, Wires and Fittings Division»

**PANFILOV Dmitry I.**

Doctor of Technical Sciences, Scientific Manager of R&D Center Federal Greed Company United Energy System, JSC

**PETROVA Tamara I.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Theoretical Foundations of Heat Engineering Department, NRU MPEI

**POPOV Oleg A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Lighting Engineering Department, NRU MPEI

**POPOV Stanislav K.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Innovative Technologies of Science Intensive Industries Department, NRU MPEI

**PROSKURIAKOV Konstantin N.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Nuclear Power Plants Department, NRU MPEI

**RADIN Yuriy A.**

Doctor of Technical Sciences, Chief Specialist of Mosenergo PJSC

**ROSLYAKOV Pavel V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Modeling and Design of Power Plants Department, NRU MPEI

**SEREBRIANNIKOV Sergei V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Physics and Technology of Electrical Engineering Materials and Components Department, NRU MPEI; Member of the Academy of Electrical Engineering

**SMIRNOV Sergei Ye.**

Doctor of Technical Sciences, Professor Chemistry and Electric-Chemical Energetic Department, NRU MPEI

**STRIZHOV Valery F.**

Doctor of Physics and Mathematics, Deputy director of Nuclear Safety Institute (IBRAE) the Russian Academy of Sciences

**STROEV Vladimir A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electric Power Systems Department, NRU MPEI

**SULTANGUZIN Ildar A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Industrial Heat Engineering System Department, NRU MPEI

**TOMAROV Grigory V.**

Doctor of Technical Sciences, General Director of OOO «Geoterm-M»

**TIAGUNOV Michael G.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Hydro Power Engineering and Renewable Energy Sources Department, NRU MPEI

**FEDIN Maxim A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Supply of Industrial Enterprises and Electrical Technology Department, NRU MPEI

**FILIPPOV Yuriy P.**

Doctor of Technical Sciences, Joint Institute for Nuclear Research, Laboratory of High Energy Physics, Head of Cryophysics Group

**KHOKHLOV Vladimir A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Energy Structures and Hydrotechnical Utilities Department, NRU MPEI, Professor of the Turin Polytechnic University in Tashkent

**CHEMBORISOVA Nailia Sh.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Electrical Systems Department, NRU MPEI

**SHCHERBAKOV Aleksey V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Supply of Industrial Enterprises and Electrical Technology Department, NRU MPEI

**YAGOV Viktor V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Engineering Thermophysics Department, NRU MPEI

**History of Science and Technology  
(Speciality 5.6.6)**

**CHERNOBAYEV Anatoly A.**

Doctor of Historical Sciences, Professor of History and Culturology Department, NRU MPEI; Member of the International Information Academy



## Содержание

### 2.4. Энергетика и электротехника

#### 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)

**Курилин С.П.**

Методы тестирования технического состояния асинхронных электродвигателей в процессе эксплуатации ..... 11

**Терешкин В.М., Гришин Д.А., Сергеев Н.А., Терешкин В.В.**

Развитие методов фазовой манипуляции выходного напряжения преобразователя применительно к семифазному двигателю..... 21

#### 2.4.3. Электроэнергетика (технические науки)

**Насыров Р.Р., Булатов Р.В., Удинцев Д.Н.**

Результаты научных исследований кафедры электроэнергетических систем..... 30

**Морсин И.А., Шведов Г.В.**

Анализ наименьшей электрической нагрузки многоквартирных жилых домов в системах электроснабжения городов ..... 43

**Чемборисова Н.Ш., Черненко И.Д.**

Использование показателей жесткости узлов электрических сетей 110 и 220 кВ для оценки токов короткого замыкания ..... 51

**Белогловский А.А., Белоусов С.В., Галимова А.В.**

Исследование в вычислительных экспериментах особенностей формирования и развития стримеров в воздухе ..... 61

#### 2.4.4. Электротехнология и электрофизика (технические науки)

**Булгакова Е.С., Кувалдин А.Б., Федин М.А.**

Оценка эффективности применения многослойных индукторов в индукционных установках для нагрева алюминиевых заготовок..... 68

**Палканов П.А., Кошуро В.А., Фомин А.А.**

Численное моделирование и экспериментальное исследование процесса индукционной химико-термической обработки быстрорежущей стали Р6М5 ..... 76

#### 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки)

**Ершина А.К., Манатбаев Р.К., Тулепбергеннов А.К.**

Перспективные вертикально-осевые двухроторные ветроэнергетические агрегаты карусельного типа ..... 86

**Егошина О.В., Большакова Н.А., Лукутина (Звонарева) С.К.**

Влияние некоторых факторов на скорость изменения удельной электропроводности воды в низкочастотных контактных датчиках кондуктометров ..... 96

#### 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника (технические науки)

**Жуйков А.В.**

Применение коксозольного остатка в качестве энергетического топлива на объектах теплоэнергетики ..... 104

**Григорьев С.В., Рыженков А.В., Волков А.В., Дасаев М.Р., Трушин Е.С., Лихаева А.Ю.**

Снижение гидравлического сопротивления за счет лазерного текстурирования упорядоченного рельефа на цилиндрической поверхности ..... 110

<b>Рыженков А.В., Соколов И.С., Лихаева А.Ю., Алешкова Е.М.</b> Экспериментальное исследование влияния грунтового теплового насоса с системой восстановления температурного потенциала грунта на тепловой дисбаланс грунта в условиях холодного климата .....	117
--	-----

**2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл,  
радиационная безопасность (технические науки)**

<b>Проскуряков К.Н.</b> Создание цифровой акустической модели компенсатора давления атомной электрической станции с водо-водяным энергетическим реактором и её практическое применение .....	126
---	-----

<b>Терехин А.Н., Шиверский Е.А.</b> Использование метода Монте–Карло с последующей аппроксимацией в механико-статистическом моделировании для оценки надёжности трубопроводов и сосудов давления атомных электростанций .....	128
--	-----

**2.3. Информационные технологии и телекоммуникации**

**2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами  
и производствами (технические науки)**

<b>Шамигулов П.В., Султанов М.М., Милитонян Ш.М., Горбань Ю.А.</b> Разработка комплексной системы оценки технического состояния генерирующего оборудования с использованием нейросетевого моделирования .....	136
---	-----

**2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем,  
комплексов и компьютерных сетей (технические науки)**

<b>Бартеньев О.В.</b> Автоматическая расстановка знаков препинания с помощью нейронных сетей.....	146
--	-----

**1.1. Математика и механика**

**1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика**

<b>Дубинский Ю.А., Стасова А.А.</b> Об одной нормальной краевой задаче теории поля .....	160
<b>Провоторова Л.В.</b> Об одной тангенциальной краевой задаче теории поля на плоскости .....	167

Перечень статей, опубликованных в № 1 — 4 за 2022 г. ....	173
---	-----

Перечень статей, опубликованных в № 5, 6 за 2022 г. ....	178
--	-----

Алфавитный указатель.....	181
---------------------------	-----



## Contents

### 2.4. Power and Electrical Engineering

#### 2.4.2. Electrical Engineering Complexes and Systems (Technical Sciences)

**Kurilin S.P.**

Induction Motors Technical Condition In-Service Testing Methods ..... 11

**Tereshkin V.M., Grishin D.A., Sergeev N.A., Tereshkin V.V.**

Development of Converter Output Voltage Phase-Shift Keying Methods  
as Applied to a Seven-Phase Motor ..... 21

#### 2.4.3. Electric Power Industry (Technical Sciences)

**Nasyrov R.R., Bulatov R.V., Udintsev D.N.**

Results of Scientific Research of the Electric Power Systems Department..... 30

**Morsin I.A., Shvedov G.V.**

Analysis of the Minimum Electrical Load of Residential Apartment Buildings  
in Urban Power Supply Systems..... 43

**Chemborisova N.Sh., Chernenkov I.D.**

Using the Stiffness Indicators of 110 and 220 kV Electric Network Nodes to Estimate..... 51

**Beloglovsky A.A., Belousov S.V., Galimova A.V.**

Studying the Features of Streamer Formation and Development in Air  
by Using Computation Experiments..... 61

#### 2.4.4. Electrotechnology and Electrophysics (Technical Sciences)

**Bulgakova E.S., Kuvaldin A.B., Fedin M.A.**

Performance Assessment of Using Multilayer Inductors in Induction Installations  
for Heating Aluminum Billets..... 68

**Palkanov P.A., Koshuro V.A., Fomin A.A.**

Numerical Simulation and Experimental Investigation of the Grade R6M5  
High-Speed Steel Induction Thermochemical Treatment..... 76

#### 2.4.5. Power Systems and Complexes (Technical Sciences)

**Yershina A.K., Manatbayev R.K., Tulepbergenov A.K.**

Vertical-Axis Dual Rotor Wind Power Units..... 86

**Yegoshina O.V., Bolshakova N.A., Lukutina (Zvonareva) S.K.**

The Influence of Some Factors on the Water Electrical Conductivity Variation Rate  
in the Low-Frequency Contact Sensors of Conductometers..... 96

#### 2.4.6. Theoretical and Applied Heat Engineering (Technical Sciences)

**Zhuikov A.V.**

The Use of Coke Ash Residue as Power Generating Fuel at Thermal Power Facilities..... 104

**Grigoriev S.V., Ryzhenkov A.V., Volkov A.V., Dasaev M.R., Trushin E.S., Likhaeva A.Yu.**

Reducing Flow Friction by Laser Texturing of an Ordered Relief on a Cylindrical Surface ..... 110

**Ryzhenkov A.V., Sokolov I.S., Likhaeva A.Yu., Aleshkova E.M.**

An Experimental Study of the Effect a Ground-Source Heat Pump  
with a Soil Temperature Potential Recovery System Has on the Soil Thermal Imbalance  
under Cold Climate Conditions ..... 117

#### 2.4.9. Nuclear Power Plants, Fuel Cycle, Radiation Safety (Technical Sciences)

**Proskuryakov K.N.**

Creation of Digital Acoustic Model of Pressurizer of Nuclear Power Plant  
with Water-Water Power Reactor and its Practical Application ..... 126

**Terekhin A.N. Shiverskiy, E.A.**

Using the Monte-Carlo Method with Subsequent Approximation in Statistical-Mechanical  
Modeling for Estimating the Reliability of NPP Pipelines and Pressure Vessels ..... 128

### 2.3. Information Technology and Telecommunications

#### 2.3.3. Automation and Control of Technological Processes and Production Lines (Technical Sciences)

**Shamigulov P.V., Sultanov M.M., Militoniy Sh.M., Gorban Yu.A.**

Development of a Comprehensive System for Assessing the Generating Equipment  
Technical Condition Using Neural Network Modeling ..... 136

#### 2.3.5. Mathematical and Software Support of Computer Systems, Complexes and Computer Networks (Technical Sciences)

**Bartenyev O.V.**

Automatic Placement of Punctuation Marks by Using Neural Networks ..... 146

### 1.1. Mathematics and Mechanics

#### 1.1.2. Differential Equations and Mathematical Physics

**Dubinskii Yu.A., Stasova A.A.**

On One Normal Boundary Value Problem of the Field Theory ..... 160

**Provotorova L.V.**

On One Tangential Boundary Value Problem of the Field Theory on a Plane ..... 167

Tables of contents №№ 1 — 4, 2022 г. .... 173

Tables of contents №№ 5, 6, 2022 ..... 178

Author index number ..... 181