

# ВЕСТНИК

---

МОСКОВСКОГО  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА

---

№ 5

2019

---

Теоретический  
и научно-практический журнал

Выходит 6 раз в год

Москва  
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

# BULLETIN

---

## OF MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE

---

**№ 5**

**2019**

---

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»

### Энергетика

(группа специальностей 05.14.00)

**Андрюшин Александр Васильевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

**Аракелян Эдик Койрунович**

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

**Баяр Бат-Эрдэнэ**

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой электротехники энергетического института Монгольского государственного университета науки и технологий, Монголия

**Верещагин Игорь Петрович**

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, заведующий кафедрой паровых и газовых турбин им. А.В. Щегляева 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»

**Заворин Александр Сергеевич**

Доктор технических наук, профессор национального исследовательского Томского политехнического университета, Томск

**Коваль Николай Николаевич**

Доктор технических наук, заместитель директора по научной работе института сильноточной электроники Сибирского отделения РАН, Томск

**Комов Александр Тимофеевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры общей физики и ядерного синтеза НИУ «МЭИ»

**Кривов Сергей Анатольевич**

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

**Малинин Николай Константинович**

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

**Марков Владимир Анатольевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой поршневых двигателей Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

**Мелихов Олег Игорьевич**

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

**Петрова Тамара Ивановна**

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

**Попов Станислав Константинович**

Доктор технических наук, профессор кафедры энергетики высокотемпературной технологии НИУ «МЭИ»

**Проскуряков Константин Николаевич**

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

**Радин Юрий Анатольевич**

Доктор технических наук, главный специалист инженерного управления ПАО «Мосэнерго»

**Рогалев Николай Дмитриевич**

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

**Росляков Павел Васильевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры паровых и газовых турбин им. А.В. Щегляева НИУ «МЭИ»

**Серебрянников Сергей Владимирович**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой 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, научный руководитель отдела аспирантуры и докторантуры НИУ «МЭИ»

**Степанова Татьяна Александровна**

Кандидат технических наук, профессор, заведующая кафедрой энергетики высокотемпературной технологии НИУ «МЭИ»

**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»

**Тягунов Михаил Георгиевич**

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

**Филиппов Сергей Петрович**

Доктор технических наук, академик РАН, директор института энергетических исследований РАН

**Хохлов Владимир Александрович**

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

**Цзян Пэйсюе**

Профессор, директор института инженерной теплофизики департамента теплотехники университета Циньхуа, Пекин, Китай

**Чан Ть Тхань**

Кандидат технических наук, президент Вьетнамского института по атомной энергии, Вьетнам

**Чемборисова Наиля Шавкатовна**

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

**Шлянников Валерий Николаевич**

Доктор технических наук, директор Исследовательского центра проблем энергетики КазНЦ РАН, Казань

**Ягов Виктор Владимирович**

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

### Электротехника

(группа специальностей 05.09.00)

**Беспалов Виктор Яковлевич**

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

**Будак Владимир Павлович**

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

**Бутырин Павел Анфимович**

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

**Григорьев Андрей Андреевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

**Еременко Владимир Григорьевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры электротехнических комплексов автономных объектов и электрического транспорта НИУ «МЭИ»

**Коваль Николай Николаевич**

Доктор технических наук, заместитель директора по научной работе института силь-

ноточной электроники Сибирского отделения РАН, Томск

**Кривов Сергей Анатольевич**

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

**Кувалдин Александр Борисович**

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

**Курбатов Павел Александрович**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой электромеханики, электрических и электронных аппаратов НИУ «МЭИ»

**Лукин Анатолий Владимирович**

Доктор технических наук, генеральный директор АО «ММП-Ирбис»

**Осипов Олег Иванович**

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированного электропривода НИУ «МЭИ»

**Остриров Вадим Николаевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированного электропривода НИУ «МЭИ»

**Панфилов Дмитрий Иванович**

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

**Попов Олег Алексеевич**

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

**Похолков Юрий Петрович**

Доктор технических наук, профессор Томского политехнического университета, Президент Ассоциации инженерного образования России, Томск

**Розанов Юрий Константинович**

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

**Рубцов Виктор Петрович**

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

**Серебрянников Сергей Владимирович**

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

**Шентао Ли**

Профессор, исполнительный директор государственной «ключевой» лаборатории электрической изоляции и энергетического оборудования Сианьского Джаотун университета, Сиань, Китай

**Шиняков Юрий Александрович**

Доктор технических наук, директор Научно-исследовательского института космичес-

ких технологий Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, Томск

**Информатика,  
вычислительная техника и управление  
(группа специальностей 05.13.00)**

**Амосов Андрей Авенирович**

Доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой математического моделирования НИУ «МЭИ»

**Андрюшин Александр Васильевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

**Аракелян Эдик Койрунович**

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

**Беляев Борис Афанасьевич**

Доктор технических наук, заведующий лабораторией Института физики им. Л.В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск

**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 Смоленского филиала НИУ «МЭИ»

**Вагин Вадим Николаевич**

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

**Антонио Гаудиелло**

Профессор департамента математики Неаполитанского университета имени Фридриха II, Италия

**Дубинский Юлий Андреевич**

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

**Еремеев Александр Павлович**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой прикладной математики НИУ «МЭИ»

**Зайко Елена Семеновна**

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

**Замолотчиков Владимир Николаевич**

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

**Коледничева Марина Юрьевна**

Кандидат технических наук, научный сотрудник кафедры электротехники Миссу-

рийского университета науки и технологий, ведущий инженер по электромагнитной совместимости корпорации Oracle, США

**Колосов Олег Сергеевич**

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

**Купцусвами Порсежъян**

Профессор департамента физики университета Пондичерри, Индия

**Носков Владислав Яковлевич**

Доктор технических наук, профессор департамента радиоэлектроники и связи Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

**Панасенко Григорий Петрович**

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

**Пашенко Федор Федорович**

Доктор технических наук, заведующий лабораторией №40 Института проблем управления РАН, Москва

**Проталинский Олег Мирославович**

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

**Топорков Виктор Васильевич**

Доктор технических наук, заведующий кафедрой вычислительной техники НИУ «МЭИ»

**Филаретов Геннадий Федорович**

Доктор технических наук, профессор кафедры управления и информатики, научный руководитель Центра автоматизации научных исследований НИУ «МЭИ»

**Фролов Александр Борисович**

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

**Чистякова Тамара Балабековна**

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

**Вакуумная, компрессорная техника  
и пневмосистемы (специальность 05.04.06)**

**Поболь Игорь Леонидович**

Доктор технических наук, начальник научно-исследовательского центра электронно-лучевых технологий и физики плазмы ФТИ НАН Беларуси (Физико-технического института Национальной академии наук), Минск

**История науки и техники  
(специальность 07.00.10)**

**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

### **Power Engineering (Group of specialties 05.14.00)**

#### **ANDRIUSHIN Aleksandr V.**

Doctor of Technical Sciences, Head 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

#### **BAYAR Bat-Erdene**

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

#### **VERESHCHAGIN Igor P.**

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, Head of Steam and Gas Turbines named A.V. Shcheglyayev Department, NRU MPEI

#### **DRAGUNOV Viktor K.**

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

#### **ZHUKOV Vasily V.**

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

#### **ZAVORIN Aleksandr Ya.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

#### **KOVAL Nikolai N.**

Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Research, Institute of High Current Electronics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk

### **KOMOV Aleksandr T.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of General Physics and Nuclear Fusion Department, NRU MPEI

### **KRIVOV Sergey A.**

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

### **MALININ Nikolai K.**

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

### **MARKOV Vladimir A.**

Doctor of Technical Sciences, Head of the Piston Engines Department of Bauman Moscow State University (BMSTU), Moscow

### **MELIKHOV Oleg I.**

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

### **PETROVA Tamara I.**

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

### **POPOV Stanislav K.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Energetic of High-Temperature Technologies 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 the Engineering Department of Mosenergo PJSC

### **ROGALEV Nikolai D.**

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

### **ROSLYAKOV Pavel V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Steam and Gas Turbines named A.V. Shcheglyayev Department, NRU MPEI

### **SEREBRIANNIKOV Sergei V.**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head 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

### **STEPANOVA Tatiana A.**

Ph.D. in Engineering, Professor, Head of Energetic of High-Temperature Technologies Department, NRU MPEI

### **STROEV Vladimir A.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electric Power Systems Department, NRU MPEI; Member of the Academy of Electrical Engineering

### **SULTANGUZIN Ildar A.**

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

### **TIAGUNOV Mikhail G.**

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

### **FILIPPOV Sergey P.**

Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute of Energy Studies of the Russian Academy of Sciences

### **KHOKHLOV Vladimir A.**

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

### **JIANG Peixue**

Ph.D. in Engineering, Professor, Director of Institute of Engineering Thermophysics, Department of Thermal Engineering, Tsinghua University, Beijing, China

### **TRAN Chi Thanh**

Ph.D. in Engineering, President of Vietnam Atomic Energy Institute, Vietnam

### **CHEMBORISOVA Nailia Sh.**

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

### **SHLYANNIKOV Valery N.**

Doctor of Technical Sciences, Director of the Research Center for Energy Problems of KazRC of the Russian Academy of Sciences, Kazan

### **YAGOV Viktor V.**

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

### **Electrical Engineering (Group of specialties 05.09.00)**

#### **BESPALOV Viktor Ya.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electromechanics, Electrical and Electronic Apparatuses 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, Head of Theoretical Fundamentals of Electrical Engineering Department, NRU MPEI

#### **GRIGORYEV Andrey A.**

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



**YEREMENKO Vladimir G.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electrical Engineering Complexes of Self-Contained Objects and Electrical Transport Department, NRU MPEI

**KOVAL Nikolai N.**

Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Research, Institute of High Current Electronics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk

**KRIVOV Sergey A.**

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

**KUVALDIN Aleksandr B.**

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

**KURBATOV Pavel A.**

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

**LUKIN Anatoly V.**

Doctor of Technical Sciences, General Director of «MMP-Irbis»

**OSIPOV Oleg I.**

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

**OSTRIROV Vadim N.**

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

**PANFILOV Dmitriy I.**

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

**POPOV Oleg A.**

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

**POKHOLKOV Juri P.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Tomsk Polytechnic University, President of Russian Association of Engineering Education, Tomsk

**ROZANOV Yuriy K.**

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

**RUBTSOV Viktor P.**

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

**SEREBRIANNIKOV Sergei V.**

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

**SHENGTAO Li**

Professor, Executive Director of State Key Laboratory of Electrical Insulation and Power Equipment, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China

**SHINYAKOV Juri A.**

Doctor of Technical Sciences, Director of Research Institute of Space Technologies, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk

**Computer Science,  
Computer Engineering and Control  
(Group of specialties 05.13.00)**

**AMOSOV Andrey A.**

Doctor of Physics and Mathematics, Head of Mathematical Modeling Department, NRU MPEI

**ANDRIUSHIN Aleksandr V.**

Doctor of Technical Sciences, Head 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

**BELIAEV Boris A.**

Doctor of Technical Sciences, Head of the Laboratory of the Kirensky Institute of Physics, Siberian Branch of RAS, Krasnoyarsk

**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, Branch of NRU MPEI in Smolensk

**VAGIN Vadim N.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Applied Mathematics Department, NRU MPEI

**GAUDIELLO Antonio**

Ph.D of Mathematics, Professor of Mathematics Department, University of Naples Federico II, Naples, Italy

**DUBINSKII Yulii A.**

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

**YEREMEEV Aleksandr P.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Applied Mathematics Department, NRU MPEI

**ZAICO Elena S.**

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

**ZAMOLODCHIKOV Vladimir N.**

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

**KOLEDINTSEVA Marina Yu.**

Ph.D. in Engineering, Research Associate Professor/ Adjunct Professor in Electrical Engineering of Missouri S&T, Principal Hardware Engineer of Electromagnetic Compatibility at Oracle Corp., USA, Santa Clara, CA

**KOLOSOV Oleg S.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Informatics Department, NRU MPEI

**K. PORSEZIAN**

Professor, Pondicherry University, Department of Physics, India

**NOOSKOV Vladislav Ya.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Radioelectronics and Communication Department, Ural Federal University, Yekaterinburg

**PANASENKO Grigory P.**

Doctor of Physics and Mathematics, Institute Camille Jourdan, France

**PASHCHENKO Fyodor F.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Laboratory No. 40 of the Institute of Control Science of the Russian Academy of Sciences, Moscow

**PROTALINSKY Oleg M.**

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

**TOPORKOV Viktor V.**

Doctor of Technical Sciences, Head of Computer Engineering Department, NRU MPEI

**FILARETOV Gennady F.**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Informatics Department, NRU MPEI, Scientific Advisor of Research Automation Centre

**FROLOV Aleksandr B.**

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

**CHISTIANKOVA Tamara B.**

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

**Vacuum, compressor technology  
and pneumatic systems (05.04.06)**

**POBOL Igor L.**

Doctor of Technical Sciences, Head of the Research Center for Electron Beam Technology and Plasma Physics, Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk

**History of Science and Technology (07.00.10)****CHERNOBAYEV Anatoly A.**

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

## Содержание

### Энергетика

*Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации (05.14.03)*

**Проскуряков К.Н.**

Динамическое взаимодействие потока теплоносителя с тепловыделяющей сборкой ..... 11

**Рясний С.И.**

Влияние процесса ввода в эксплуатацию на последующую промышленную эксплуатацию атомных электростанций ..... 24

*Промышленная теплоэнергетика (05.14.04)*

**Бочаров Г.С., Елецкий А.В., Федорович С.Д.**

Лазерное и электронно-лучевое упрочнение металлов с нанокремниевым покрытием ..... 32

*Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)*

**Лавров Н.П., Логинов Г.И., Шипилов А.В., Шестопалова Т.А., Аристархова А.О., Матюкова А.Е.**

Рекомендуемые способы предотвращения попадания речных наносов и шуги в водоводы деривационных гидроэлектростанций ..... 45

**Надараина Ц.Г., Шестаков И.Я., Бабкина Л.А., Фадеев А.А., Селиванов А.И.**

Геометрическое и численное моделирование стационарной модульной ветроэлектростанции для регионов с широким диапазоном ветровых нагрузок ..... 53

### Электротехника

*Электромеханика и электрические аппараты (05.09.01)*

**Баженов Н.Г., Филина О.А., Озерова Е.Ю.**

Влияние характеристик трансформатора на качество автоматического регулирования в системах электроснабжения ..... 62

**Попов И.П.**

Теоретически установленная независимость амплитуд тока и момента синхронной машины с индуктивной нагрузкой от частоты ..... 68

*Электротехнические комплексы и системы (05.09.03)*

**Льготчиков В.В., Ларькина Т.С.**

Синтез системы автоматического регулирования температуры жидкости с улучшенными динамическими показателями ..... 73

*Светотехника (05.09.07)*

**Делян А.А., Делян Р.А., Савицкая А.Г.**

Анализ цветовых характеристик источников света на базе светоизлучающих диодов в системах динамичного освещения ..... 81

*Электротехнология (05.09.10)*

**Федин М.А., Кувалдин А.Б., Кулешов А.О., Ахметьянов С.В., Кондрашов С.С.**

Электротепловая модель и режимы работы индукционной тигельной печи с проводящим ферромагнитным тиглем ..... 91

---

## Информатика, вычислительная техника и управление

---

### *Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (05.13.06)*

**Борисов В.В., Дли М.И., Бобков В.И.**

Модель комплексного управления рисками при обеспечении ресурсо- и энергосбережения процессов на примере сложных теплотехнологических систем..... 101

**Юпатов Д.А., Аракелян Э.К.**

Общие подходы к формированию ценовых заявок для участия теплоэлектростанций на оптовом рынке электроэнергии..... 110

### *Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (05.13.11)*

**Бартеньев О.В., Титов Д.А.**

Автоматическая правка ошибок правописания ..... 117

### *Теоретические основы информатики (05.13.17)*

**Мамонтов А.И.**

О повышении эффективности вычислений при классификации изображений ..... 129

### *Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (05.13.18)*

**Позняк Е.В., Радин В.П., Новикова О.В.**

Частотно-временной анализ акселерограмм природных землетрясений..... 135

---

## Радиотехника и связь

---

### *Радиолокация и радионавигация (05.12.14)*

**Милащенко Е.А., Язовский А.А.**

Реализация способа адаптивного нелинейного подавления негауссовских помех в когерентном полосовом приемном тракте и оценка его эффективности..... 142

---

## Машиностроение и машиноведение

---

### *Машиноведение, системы приводов и детали машин (05.02.02)*

**Зуев Ю.Ю., Зуева Е.Ю.**

Сравнение структур контуров энергетики гидроприводов с частотным, насосным управлением и электромеханическими аналогами..... 150

---

## Математика

---

### *Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление (01.01.02)*

**Елисеев А.Г., Ратникова Т.А., Шапошникова Д.А.**

Задача инициализации сингулярно возмущенных интегро-дифференциальных и интегральных уравнений Вольтерра второго рода..... 161



## Contents

### Power Engineering

#### *Nuclear Power Installations, Including Their Design, Operation and Decommissioning (05.14.03)*

**Proskuryakov K.N.**

Dynamic Interaction between the Coolant Flow and Fuel Assembly ..... 11

**Ryasnyi S.I.**

The Impact of the Commissioning Process on the Subsequent Industrial Operation of Nuclear Power Plants ..... 24

#### *Industrial Thermal Engineering (05.14.04)*

**Bocharov G.S., Eletsii A.V., Fedorovich S.D.**

Laser and Electron Beam Strengthening of Metals with Nanocarbon Coating ..... 32

#### *Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)*

**Lavrov N.P., Loginov G.I., Shipilov A.V., Shestopalova T.A., Aristarkhova A.O., Matyukova A.E.**

Methods Recommended for Preventing River Drift and Sludge Ice from Getting into the Culverts of Diversion Power Plants ..... 45

**Nadaraia C.G., Shestakov I.Ya., Babkina L.A., Fadeev A.A., Selivanov A.I.**

Geometrical and Numerical Modeling of a Stationary Modular Windmill for Regions with a Wide Range of Wind Loads ..... 53

### Electrical Engineering

#### *Electromechanics and Electrical Apparatuses (05.09.01)*

**Bazhenov N.G., Filina O.A., Ozerova E.Yu.**

The Influence of Transformer Characteristics on the Automatic Closed Loop Control Quality in Electric Power Supply Systems ..... 62

**Popov I.P.**

Theoretical Independence of Current and Torque Amplitudes of Synchronous Machine with Inductive Load from Frequency ..... 68

#### *Electrical Complexes and Systems (05.09.03)*

**L'gotchikov V.V., Lar'kina T.S.**

Synthesis of Liquid Temperature Automatic Control System with Improved Dynamic Performance Indicators ..... 73

#### *Lighting Engineering (05.09.07)*

**Delyan A.A., Delyan R.A., Savitskaya A.G.**

Analyzing the Color Characteristics of LED Based Light Sources in Dynamic Lighting Systems ..... 81

#### *Electrical Technology (05.09.10)*

**Fedin M.A., Kuvaldin A.B., Kuleshov A.O., Akhmet'yanov S.V., Kondrashov S.S.**

The Electrothermal Model and Operating Modes of an Induction Crucible Furnace with a Conducting Ferromagnetic Crucible ..... 91

---

## Informatics, Computer Engineering and Control

---

### *Automation and Control of Technological Processes and Production Lines (05.13.06)*

**Borisov V.V., Dli M.I., Bobkov V.I.**

An Integrated Risk Management Model in Setting Up Resource and Energy Saving Processes Taking Complex Thermal Processing Systems as an Example ..... 101

**Yupatov D.A., Arakelyan E.K.**

General Approaches to Preparing Price Bids for Participation of Thermal Power Plants in the Wholesale Electricity Market..... 110

### *Mathematical Support and Software of Computers, Computation Systems and Computer Networks (05.13.11)*

**Barten'ev O.V., Titov D.A.**

Automatic Correction of Spelling Errors..... 117

### *Theoretical Principles of Informatics (05.13.17)*

**Mamontov A.I.**

On Increasing the Computation Efficiency in Classifying Images ..... 129

### *Mathematical Modeling, Numerical Methods, and Software Packages (05.13.18)*

**Poznyak E.V., Radin V.P., Novikova O.V.**

Time-frequency Analysis of Natural Accelerograms ..... 135

---

## Radio Engineering and Communication

---

### *Radar and Radio Navigation (05.12.14)*

**Milashchenko E.A., Yazovsky A.A.**

Implementing the Method for Adaptive Nonlinear Filtration of Non-Gaussian Clutter in a Coherent Receiver Band Path and Estimating Its Efficiency ..... 142

---

## Mechanical Engineering and Engineering

---

### *Engineering Science, Drive Systems and Machine Parts (05.02.02)*

**Zuev Yu.Yu., Zueva E.Yu.**

Comparison of the Structures of the Energy Circuits of Hydraulic Drives with Frequency, Pump Control and Electromechanical Analogues..... 150

---

## Mathematics

---

### *Differential Equations, Dynamical Systems and Optimal Controls (01.01.02)*

**Eliseev A.G., Ratnikova T.A., Shaposhnikova D.A.**

The Problem of Initializing Singularly Perturbed Integro-Differential and Integral Volterra Equations of the Second Kind..... 161