

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»

**Бутырин Павел Анфимович**, главный редактор, член-корреспондент РАН, доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия)  
**Анучин Алексей Сергеевич**, доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия)  
**Бааке Эгберт**, профессор, Ганновский Университет им. Лейбница (Ганновер, Германия)  
**Беспалов Виктор Яковлевич**, доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия)  
**Вольский Сергей Иосифович**, доктор техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (Москва, Россия)  
**Воропай Николай Иванович**, член-корреспондент РАН, доктор техн. наук, профессор, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН (Иркутск, Россия)  
**Высоцкий Виталий Сергеевич**, доктор техн. наук, Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности (Москва, Россия)  
**Герара Кристофер**, PhD, профессор, Ноттингемский Университет (Ноттингем, Англия)  
**Герасимов Андрей Сергеевич**, кандидат техн. наук, Научно-технический центр единой энергетической системы (Санкт-Петербург, Россия)  
**Двин Бруно**, PhD, профессор, Университет Лоррэйн (Нанси, Франция)  
**Демидович Виктор Болеславович**, доктор техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (Санкт-Петербург, Россия)  
**Елистратов Виктор Васильевич**, доктор техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия)  
**Ковалев Константин Львович**, доктор техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (Москва, Россия)  
**Коган Феликс Лазаревич**, доктор техн. наук, ОАО «Фирма ОРГРЭС» (Москва, Россия)  
**Коровкин Николай Владимирович**, доктор техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия)  
**Коротеев Анатолий Анатольевич**, академик РАН, доктор техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (Москва, Россия)  
**Корявин Алексей Родионович**, доктор техн. наук, Всероссийский электротехнический институт (Москва, Россия)  
**Красовский Александр Борисович**, доктор техн. наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (Москва, Россия)  
**Кучеров Юрий Николаевич**, доктор техн. наук, АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (Москва, Россия)  
**Лагарьков Андрей Николаевич**, академик РАН, доктор техн. наук, Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН (Москва, Россия)  
**Лоскутов Алексей Борисович**, доктор техн. наук, профессор, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, Россия)  
**Мошкунов Сергей Игоревич**, доктор техн. наук, Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (Санкт-Петербург, Россия)  
**Новиков Николай Леонтьевич**, доктор техн. наук, с.н.с., АО «Научно-технический центр Россети» (Москва, Россия)  
**Раков Владимир Александрович**, PhD, профессор, Университет во Флориде (г. Гейнсвилл, Флорида, США)  
**Рашиди Фархад**, PhD, профессор, Федеральный политехнический институт Лозанны (Лозанна, Швейцария)  
**Серебрянников Сергей Владимирович**, доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия)  
**Строев Владимир Андреевич**, доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия)  
**Хомич Владислав Юрьевич**, академик РАН, доктор физ.-мат. наук, Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (Санкт-Петербург, Россия)  
**Шевцов Даниил Андреевич**, доктор техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (Москва, Россия)  
**Шувалов Михаил Юрьевич**, доктор техн. наук, Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности (Москва, Россия)

Заместитель главного редактора **Б.Н. Евсеев**  
Ответственный секретарь **Е.Н. Соснина**, доктор техн. наук, профессор  
Литературный редактор **Т.П. Александрова**  
Младший редактор **Н.В. Чечунова**  
Компьютерная верстка **М.С. Матвеева**  
Перевод на английский язык **В.И. Филатов**

*Почтовый адрес редакции: 111250 Москва, Красноказарменная ул., 14,  
НИУ «МЭИ», редакция журнала «Электричество»  
Телефон, факс (495) 362-7485  
E-mail: [etr1880@mpei.ru](mailto:etr1880@mpei.ru)  
<http://etr1880.mpei.ru>*

*Полные тексты статей в формате pdf размещены на сайте  
Научной электронной библиотеки (НЭБ): [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)*

Подписано в печать 26.04.2021. Формат 60×<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Тираж 155 экз.  
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 7,91. Заказ . Цена свободная.

Свидетельство о регистрации № 0110272 от 8 февраля 1993 г.  
Министерства печати и информации Российской Федерации

Издатель: НИУ «МЭИ»  
Отпечатано в типографии МЭИ

Theoretical and scientific-practical journal

# ELEKTRICHESTVO

ESTABLISHED IN JULY 1880

**№ 5, 2021**

## FOUNDERS

Russian Academy of Sciences  
(the Division of Power Engineering, Mashinary Construction,  
Mechanical and Control Processes)

## The Editorial Board

- Butyrin Pavel A.**, Editor-in-Chief, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (Moscow, Russia)
- Anuchin Aleksey S.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (Moscow, Russia)
- Baake Egbert**, Professor, Leibniz University of Hannover (Hannover, Germany)
- Bespalov Viktor Ya.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (Moscow, Russia)
- Demidovich Viktor B.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg State Electrical Engineering University "LETI" (St. Petersburg, Russia)
- Douine Bruno**, PhD, Professor, University of Lorraine (Nancy, France)
- Elistratov Victor V.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University (St. Petersburg, Russia)
- Gerada Christopher**, PhD, Professor, University of Nottingham (Nottingham, U.K.)
- Gerasimov Andrey S.**, Cand. Sci. (Eng.), Scientific and Technical Center of the Unified Power System (St. Petersburg, Russia)
- Khomich Vladislav Yu.**, Full Member of the Russian Academy of Sciences, Institute for Electrophysics and Electric Power Engineering of the RAS (St. Petersburg, Russia)
- Kogan Feliks L.**, Dr. Sci. (Eng.), OJSC «Firm ORGRES» (Moscow, Russia)
- Koroteyev Anatoly A.**, Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University) (Moscow, Russia)
- Korovkin Nikolay V.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University (St. Petersburg, Russia)
- Koryavin Aleksey R.**, Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Electrotechnical Institute (Moscow, Russia)
- Kovalev Konstantin L.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University) (Moscow, Russia)
- Krasovskii Aleksandr B.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Bauman Moscow State Technical University (National Research University) (Moscow, Russia)
- Kucherov Yury N.**, Dr. Sci. (Eng.), JSC "System Operator of the Unified Energy System" (Moscow, Russia)
- Lagar'kov Andrey N.**, Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Eng.), Institute for Theoretical and Applied Electromagnetics of the RAS (Moscow, Russia)
- Loskutov Aleksey B.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev (Nizhny Novgorod, Russia)
- Moshkunov Sergey I.**, Dr. Sci. (Eng.), Institute of Electrophysics and Electricity of the RAS (St. Petersburg, Russia)
- Novikov Nikolai L.**, Dr. Sci. (Eng.), Scientific and Technical Center of Rosseti (Moscow, Russia)
- Rachidi Farhad**, PhD, Professor, Federal Polytechnic Institute in Lausanne (Lausanne, Switzerland)
- Rakov Vladimir A.**, PhD, Professor, Florida University's Department for Electrical and Computer Engineering (Florida, USA)
- Serebryannikov Sergej V.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (Moscow, Russia)
- Shevtsov Daniil A.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University) (Moscow, Russia)
- Shuvalov Michail Yu.**, Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Research, Design and Technological Institute of the Cable Industry (Moscow, Russia)
- Stroev Vladimir A.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (Moscow, Russia)
- Volskiy Sergey I.**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University) (Moscow, Russia)
- Voropay Nikolay I.**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the RAS (Irkutsk, Russia)
- Vysotsky Vitaly S.**, Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Research, Design and Technological Institute of the Cable Industry (Moscow, Russia)

Deputy Editor-in-Chief **B.N. Yevseyev**  
Executive Secretary **E.N. Sosnina**, Dr. Sci. (Eng.), Professor  
Literature Editor **T.P. Aleksandrova**  
Junior Editor **N.V. Chechunova**  
Computer-aided make-up **M.S. Matveeva**  
Translator **V.I. Filatov**

---

**Editorial office address:** NRU «Moscow Power Engineering Institute», Krasnokazarmennaya, 14,  
Moscow, 111250 Russia  
**tel/fax (495) 362-7485**  
**E-mail: [etr1880@mpei.ru](mailto:etr1880@mpei.ru)**  
**<http://etr1880.mpei.ru>**

**Full text articles in PDF format available on the website of the Scientific Electronic Library: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)**

---

**Publisher of the journal:**  
NRU «Moscow Power Engineering Institute»

**ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ****УЧРЕДИТЕЛЬ: РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК (Отделение энергетики, машиностроения, механики  
и процессов управления)****СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Rakov V.A.</b> Lightning, the Science. Part 1: Modern View .....	4
<b>Горшков А.В., Королев И.В., Щербачева О.С.</b> О проблеме достоверного определения наведенного напряжения на отключенной линии электропередачи .....	17
<b>Вуколов В.Ю., Колесников А.А., Обалин М.Д., Папков Б.В.</b> Выбор очередности реконструкции устройств релейной защиты подстанций по статистическим критериям теории игр .....	26
<b>Новожилов Т.А., Новожилов А.Н., Рахимбердинова Д.М.</b> Защита короткой сети руднотермических печей .....	33
<b>Шевлюгин М.В., Семенова Д.В.</b> Повышение эффективности высокоскоростной контактной подвески на переменном токе .....	39
<b>Вигриянов П.Г.</b> Определение периода повторяемости электромагнитных процессов в аварийных режимах работы многофазных вентильных двигателей малой мощности .....	44

**ИЗ ИСТОРИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

<b>Демидович В.Б.</b> Развитие технологий индукционного нагрева (к 140-летию со дня рождения Вологдина Валентина Петровича) .....	51
<b>Бородин Д.А.</b> Освещение П.Н. Яблочковым ипподрома у моста Альма в Париже .....	56

**ХРОНИКА**

<b>Исаак Яковлевич Браславский</b> (к 85-летию со дня рождения) .....	65
---	----

**CONTENTS**

<b>V.A. Rakov.</b> Lightning, the Science. Part 1: Modern View .....	4
<b>A.V. Gorshkov, I.V. Korolev, O.S. Shcherbacheva.</b> On the Problem of Reliably Determining the Induced Voltage on a Disconnected Power Line.....	17
<b>V.Yu. Vukolov, A.A. Kolesnikov, M.D. Obalin, B.V. Papkov.</b> Choosing the Order of Renovation of Relay Protection Devices by Using Statistical Criteria of Game Theory .....	26
<b>T.A. Novozhilov, A.N. Novozhilov, D.M. Rakhimberdinova.</b> Protection of the Short Network of Ore-Thermal Furnaces.....	33
<b>M.V. Shevlyugin, D.V. Semenova.</b> Improving the Efficiency of High-Speed AC Contact Suspension.....	39
<b>P.G. Vigriyanov.</b> Determination of the Electromagnetic Processes Frequency Period in Emergency Operation Modes of Low-Power Multiphase AC Converter-Fed Motors .....	44

**FROM THE HISTORY  
OF ELECTRICAL ENGINEERING**

<b>V.B. Demidovich.</b> Development of Induction Heating Technologies (to the 140 <sup>th</sup> Anniversary of the Birth of Valentin Petrovich Vologdin) .....	51
<b>D.A. Borodin.</b> P.N. Yablochkov's Lighting of the Hippodrome at the Bridge of Alma in Paris.....	56

**CHRONICLE**

<b>Isaac Yakovlevich Braslavsky</b> (for the 85 <sup>th</sup> Anniversary of His Birth) .....	65
---	----