

## 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 Лоррэн (Нанси, Франция)  
**Демидов 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)  
**Мошкунев 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)  
**Шакарян Юрий Гевондович**, доктор техн. наук, профессор, АО «Научно-технический центр Россети» (Москва, 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 **Н.Н. Мерзляков**

Перевод на английский язык **В.И. Филатов**

**Почтовый адрес редакции:** 111250 Москва, Красноказарменная ул., 14,

НИУ «МЭИ», редакция журнала «Электричество»

*Адрес редакции:* Москва, НИУ «МЭИ», каф. ТОЭ, первый этаж, ком. 3-114

**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 02.03.2021. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Тираж 160 экз.  
 Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 9. 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

№ 3, 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)

**Shakaryan Yury G.**, Dr., Sci. (Eng.), Professor, Scientific and Technical Center of Rosseti (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 **N.N. Merzlyakov**  
 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»

ИЗДАЕТСЯ С ИЮЛЯ 1880 ГОДА

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

3  
МАРТ  
2021

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛЬ: РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК (Отделение энергетики, машиностроения, механики  
и процессов управления)

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

<b>Раков В.А., Мареев Е.А.</b> Статистические распределения параметров молнии с акцентом на их чрезвычайно высокие значения. . . . .	4	<b>V.A. Rakov and E.A. Mareev.</b> Statistical Distributions of Lightning Parameters with Emphasis on their Extremely High Values. . . . .	4
<b>Гусев Ю.П., Каюмов А.Г.</b> Влияние динамической несинфазности синхронных генераторов на токи коротких замыканий в электроэнергетических системах . . . . .	26	<b>Yu.P. Gusev, A.G. Kayumov.</b> The Effect of Dynamic Out-of-Phase Operation of Synchronous Generators on the Short-Circuit Currents in Electric Power Systems . . . . .	26
<b>Апрелков И.Н.</b> Результаты исследования электрических параметров агрегата «печь-ковш» большой мощности и его влияния на питающую сеть . . . . .	33	<b>I.N. Aprelkov.</b> Study Results of the Electrical Parameters of the High-Power «Ladle-Furnace» Unit and its Impact on the Power Supply Network . . . . .	33
<b>Тулупов В.Д., Слепцов М.А., Бриедис А.А.</b> Анализ повреждений подшипников тяговых машин на электроподвижном составе при питании от преобразователей частоты и напряжения . . . . .	44	<b>V.D. Tulupov, M.A. Sleptsov, A.S. Briedis.</b> An Analysis of Damages Inflicted to the Bearings of Rolling Stock Traction Machines Powered by Frequency and Voltage Converters . . . . .	44
<b>Нгуен Ван Тай, Кириллов В.Ю.</b> Перекрестные помехи в электрических соединителях . . . . .	54	<b>Nguyen Van Tai, V.Yu. Kirillov.</b> Crosstalk in Electrical Connectors . . . . .	54
<b>Гридин В.М.</b> Бесконтактные двигатели постоянного тока с дискретным управлением и модуляцией тока по положению ротора . . . . .	60	<b>V.M. Gridin.</b> Contactless DC Motors with Discrete Control of Current in the Armature Winding Sections Using the Rotor Position Feedback Signal . . . . .	60
<b>Винтер Э.Р., Тимофеев В.Н., Первухин М.В., Сергеев Н.В.</b> Устройство электромагнитного рафинирования с кондукционным возбуждением тока в жидком металле . . . . .	65	<b>E.R. Vinter, V.N. Timofeev, M.V. Pervukhin, N.V. Sergeev.</b> An Electromagnetic Refining Apparatus with Conductive Excitation of Current in Liquid Metal . . . . .	65