

ISSN 0013-5380 (Print)  
ISSN 2411-1333 (Online)

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

2018

9

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Главный редактор БУТЫРИН ПАВЕЛ АНФИМОВИЧ**

**Секция теоретических основ электротехники,  
преобразовательной техники, электротехнических материалов**

**Бутырин П.А.**, член-корр. РАН, председатель секции, **Козлов В.Н.**, доктор техн. наук, проф., **Коровкин Н.В.**, доктор техн. наук, проф., **Коротеев А.А.**, академик РАН, **Лагарьков А.Н.**, академик РАН, **Рашиди-Хасри Ф.** (Швейцария), проф., **Розанов Ю.К.**, доктор техн. наук, проф., **Рывкин С.Е.**, доктор техн. наук, **Серебрянников С.В.**, доктор техн. наук, проф.

Научный редактор **Евсеев Б.Н.**

**Секция электроэнергетики**

**Строев В.А.**, доктор техн. наук, проф., председатель секции, **Воропай Н.И.**, член-корр. РАН, **Коган Ф.Л.**, доктор техн. наук, **Кучеров Ю.Н.**, доктор техн. наук, **Новиков Н.Л.**, доктор техн. наук

Научный редактор **Кудинова Л.С.**

**Секция техники высоких напряжений, электрических аппаратов, трансформаторов**

**Белкин Г.С.**, доктор техн. наук, **Корявин А.Р.**, доктор техн. наук, **Раков В.А.**, проф. (США), **Хомич В.Ю.**, академик РАН

Научный редактор **Кудинова Л.С.**

**Секция электрических машин**

**Беспалов В.Я.**, доктор техн. наук, проф., председатель секции, **Ковалев К.Л.**, доктор техн. наук, проф., **Шакарян Ю.Г.**, доктор техн. наук, проф.

Научный редактор **Евсеев Б.Н.**

**Секция электропривода и автоматизации технологических процессов**

**Красовский А.Б.**, доктор техн. наук, проф., председатель секции, **Баке Е.**, проф. (Германия), **Демидович В.Б.**, доктор техн. наук, проф., **Поляхов Н.Д.**, доктор техн. наук, проф.

Научный редактор **Евсеев Б.Н.**

Заместитель главного редактора **Б.Н. Евсеев**

Ответственный секретарь **Л.С. Кудинова**

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, корпус «З», первый этаж

**Телефон, факс (495) 362-7485**

**E-mail: [etr1880@mail.ru](mailto:etr1880@mail.ru); [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 27.08.2018. Формат 60×84 $\frac{1}{8}$ . Тираж 260 экз.  
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 8,75 Заказ . Цена свободная

---

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

---

Издатель: «НИУ «МЭИ»  
Отпечатано в типографии «НИУ «МЭИ».

Theoretical and scientific-practical journal

# ELEKTRICHESTVO

ESTABLISHED IN JULY 1880

**№ 9, 2018**

## FOUNDERS

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

## THE EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL ELEKTRICHESTVO

**Editor-in-Chief Pavel A. Butyrin, Corresponding Member  
of the Russian Academy of Sciences, Moscow Power Engineering Institute (MPEI)**

### **Section for Theoretical Principles of Electrical Engineering, Converter Systems, and Electrical Materials**

**P.A. Butyrin** (Moscow), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, MPEI, Section Chairman; **V.N. Kozlov** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg State Polytechnic University; **N.V. Korovkin** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg State Polytechnic University; **A.A. Koroteyev** (Moscow), Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow Aviation Institute; **A.N. Lagar'kov** (Moscow), Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Theoretical and Applied Electrodynamics; **F. Rachidi-Haeri** (Lausanne), Professor, Federal Polytechnic Institute in Lausanne (Switzerland); **Yu. K. Rozanov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI; **S.Ye. Ryvkin** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Institute of Control Problems, Russian Academy of Sciences; **S.V. Serebryannikov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI.

Scientific Editor **B.N. Yevseyev**

### **Section for Electric Power Engineering**

**V.A. Stroev** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI, Section Chairman; **N.I. Voropai** (Irkutsk), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Energy Systems, Siberian Division, Russian Academy of Sciences; **F.L. Kogan** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.); **Yu.N. Kucherov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), OJSC "System Operator of the Unified Energy System"; **N.L. Novikov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), OJSC "Scientific and Technical Centre of the Federal Grid Company of the Unified Energy System".

Scientific Editor **L.S. Kudinova**

### **Section for High-Voltage Engineering, Electrical Apparatuses, and Transformers**

**G.S. Belkin** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Institute of Electrical Engineering; **A.R. Koryavin** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Institute of Electrical Engineering; **V.A. Rakov**, Professor and Co-Director of ICLRT University of Florida (USA); **V.Yu. Khomich** (Moscow), Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Electrophysics and Electric Power Engineering, Russian Academy of Sciences.

Scientific Editor **L.S. Kudinova**

### **Section of Electrical Machines**

**V.Ya. Besspalov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI, Section Chairman; **K.L. Kovalev** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute; **Yu.G. Shakaryan** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, OJSC "Scientific and Technical Centre of the Federal Grid Company of the Unified Energy System".

Scientific Editor **B.N. Yevseyev**

### **Section of Electric Drives and Automation of Technological Processes**

**A.B. Krasovskii** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow State Technical University, Section Chairman; **E. Baake** (Hannover), Professor Dr.-Eng., Leibniz University of Hannover (Germany); **V.B. Demidovich** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg University of Electrical Engineering; **N.D. Polyakhov** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg University of Electrical Engineering.

Scientific Editor **B.N. Yevseyev**

Deputy Editor-in-Chief **B.N. Yevseyev**  
Executive Secretary **L.S. Kudinova**  
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@mail.ru](mailto:etr1880@mail.ru); [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

9  
СЕНТЯБРЬ  
2018

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

Майоров А.В., Осинцев К.А., Шунтов А.В. О применении номинального напряжения 20 кВ в воздушных электрических сетях . . . . .	4	A.V. Maiorov, K.A. Osintsev, A.V. Shuntov, About Using the 20 kV Nominal Voltage Level in Overhead Electric Networks . . . . .	4
Конюхова Е.А. Экономико-математическая модель рабочей части системы электроснабжения объекта на среднем и низком напряжении . . . . .	12	Ye.A. Konyuhova, The Economical-Mathematical Model of a Facility Power Supply System Operating at Medium and Low Voltage Levels . . . . .	12
Ларин В.С. Резонансные перенапряжения в обмотках трансформаторов. Ч. 4. Определение частоты колебаний напряжения в системе «питающий кабель — трансформатор» . . . . .	22	V.S. Larin. Resonance Overvoltages in Transformer Windings. P. 4: Determination of Oscillation Frequencies in «Feeding Cable — Transformer» System. . . . .	22
Лямец Ю.Я., Воронов П.И., Атнишкин А.Б. Распознавание аварийных состояний энергообъекта посредством локализации альтернативных режимов . . . . .	29	Yu.Ya. Lyamets, P.I. Voronov, A.B. Atnishkin, Recognition of Emergency Conditions by the Localization of Alternative States . . . . .	29
Иштуinov В.В., Савин А.А., Шилов А.В. Особенности проектирования малогабаритной автономной системы генерирования постоянного тока . . . . .	39	V.V. Ishutinov, A.A. Savin, A.V. Shilov, Specific Features of Designing a Compact Standalone DC Power-Generating System . . . . .	39
Гридин В.М. Расчет характеристик асинхронных двигателей по каталожным данным . . . . .	44	V.M. Gridin, Calculating the Characteristics of Induction Motors from the Catalogue Data . . . . .	44
Бутырин П.А. Расщепление и аналитическое решение жестких уравнений электрических цепей . . . . .	49	P.A. Butyrin, Splitting and Analytical Solution of the Stiff Equations of Electric Circuits . . . . .	49
Михеев Д.В. Экспериментальное исследование частотных характеристик катушки-конденсатора при различных граничных условиях . . . . .	52	D.V. Mikheyev, Experimental Investigation of Coil-Capacitor Frequency Responses for Different Boundary Conditions . . . . .	52
ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ		FROM WORK EXPERIENCE	
Анненков В.З. Анализ результатов натурных испытаний сосредоточенных заземлителей при импульсных токах . . . . .	56	V.Z. Annenkov, An Analysis of the Results from Field Tests of Lumped Grounding Electrodes under the Conditions of Surge Currents . . . . .	56
ИЗ ИСТОРИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ		FROM THE HISTORY OF ELECTRICAL ENGINEERING	
Персоналии к статье Д.А. Бородина «Блеск Парижской оперы» («Электричество», 2018, № 7 и 8) . . . . .	61	D.A. Borodin, The Brilliance of the Paris Opera (Personalities) . . . . .	61
Василий Петрович Никитин (К 125-летию со дня рождения) . . . . .	69	Vasily Petrovich Nikitin (to Mark the 125 th Anniversary) . . . . .	69