

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»

Бутырин Павел Анфимович – *главный редактор*, член-корреспондент РАН, доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва
Анучин Алексей Сергеевич – доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва
Бааке Эгберт – профессор, Ганноверский Университет им. Лейбница, Ганновер, Германия
Беспалов Виктор Яковлевич – доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва
Вольский Сергей Иосифович – доктор техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва
Высоцкий Виталий Сергеевич – доктор техн. наук, Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности, Москва
Двин Бруно – PhD, профессор, Университет Лоррэйн, Нанси, Франция
Демидович Виктор Болеславович – доктор техн. наук, профессор, ООО «Русские технологии индукционного нагрева», Санкт-Петербург
Елистратов Виктор Васильевич – доктор техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург
Илюшин Павел Владимирович – доктор техн. наук, Институт энергетических исследований РАН, Москва
Ковалев Константин Львович – доктор техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва
Коган Феликс Лазаревич – доктор техн. наук, НТЦ Россети ФСК ЕЭС, Москва
Коровкин Николай Владимирович – доктор техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург
Коротеев Анатолий Анатольевич – академик РАН, доктор техн. наук, профессор, АО ГНЦ РФ «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша», Москва
Короткевич Михаил Андреевич – доктор техн. наук, профессор, Белорусский национальный технический университет, Минск, Белоруссия
Корявин Алексей Родионович – доктор техн. наук, с.н.с., РФЯЦ-ВНИИТФ, Москва
Красовский Александр Борисович – доктор техн. наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва
Лагарьков Андрей Николаевич – академик РАН, доктор техн. наук, Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН, Москва
Лоскутов Алексей Борисович – доктор техн. наук, профессор, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород
Мошкунев Сергей Игоревич – член-корреспондент РАН, доктор техн. наук, Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Санкт-Петербург
Назарычев Александр Николаевич – доктор техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург
Негвиевский Михаил Владимирович – PhD, профессор, Университет Тасмании, Австралия
Подковальников Сергей Викторович – доктор техн. наук, с.н.с., Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
Раков Владимир Александрович – PhD, профессор, Университет во Флориде, Гейнсвилл, США
Серебрянников Сергей Владимирович – доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва
Соснина Елена Николаевна – доктор техн. наук, профессор, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород
Сяо Ли – доктор техн. наук, профессор, Институт электротехники КАН, Пекин, Китай
Темников Александр Георгиевич – канд. техн. наук, доцент, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва
Хомич Владислав Юрьевич – академик РАН, доктор физ.-мат. наук, Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Санкт-Петербург
Шувалов Михаил Юрьевич – доктор техн. наук, Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности, Москва

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

Почтовый адрес редакции: 111250 Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, Красноказарменная ул., 14, НИУ «МЭИ», редакция журнала «Электричество»

Телефон, факс (495) 362-7485

E-mail: etr1880@mpei.ru

<http://etr1880.mpei.ru>

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

Подписаться на журнал можно на официальном сайте каталога «Пресса России» www.pressa-rf.ru и на сайте интернет-магазина «Пресса по подписке» www.akc.ru. Подписной индекс – 71106

Подписано в печать 02.10.2024. Формат 60×84½. Тираж 115 экз.
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 9,77. 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

№ 10, 2024

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 RAS, Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow
- Anuchin Aleksey S.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow
- Baake Egbert** – Professor, Leibniz University of Hannover, Germany
- Bespalov Viktor Ya.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow
- Demidovich Viktor B.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, LLC "Russian induction heating technologies", St. Petersburg
- 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
- Ilyushin Pavel V.** – Dr. Sci. (Eng.), Institute of Energy Research of the RAS, Moscow
- Khomich Vladislav Yu.** – Full Member of the RAS, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Institute for Electrophysics and Electric Power Engineering of the RAS, St. Petersburg
- Kogan Feliks L.** – Dr. Sci. (Eng.), STC Rosseti FGT UES, Moscow
- Koroteyev Anatoly A.** – Full Member of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Professor, JSC SST RF "M.V. Keldysh Research Center", Moscow
- Korotkevich Mikhail A.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus
- Korovkin Nikolay V.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg
- Koryavin Aleksey R.** – Dr. Sci. (Eng.), Senior Researcher, RFNC-VNIITF, Moscow
- Kovalev Konstantin L.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow
- Krasovskiy Aleksandr B.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow
- Lagar'kov Andrey N.** – Full Member of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Institute for Theoretical and Applied Electromagnetics of the RAS, Moscow
- Loskutov Aleksey B.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod
- Moshkunov Sergey I.** – Corresponding Member of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Institute of Electrophysics and Electricity of the RAS, St. Petersburg
- Nazarychev Alexander N.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg
- Negnevitsky Mikhail V.** – PhD, Professor, University of Tasmania, Australia
- Podkoval'nikov Sergey V.** – Dr. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the RAS, Irkutsk
- Rakov Vladimir A.** – PhD, Professor, Florida University, USA
- Serebryannikov Sergey V.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow
- Sosnina Elena N.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod
- Temnikov Aleksander G.** – Cand. Sci. (Eng.), Docent, National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow
- Shuvalov Michail Yu.** – Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Research, Design and Technological Institute of the Cable Industry, Moscow
- Volskiy Sergey I.** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow
- Vysotsky Vitaly S.** – Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Research, Design and Technological Institute of the Cable Industry, Moscow
- Xiao Liye** – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Institute of Electrical Engineering, CAS, Beijing, China

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

Editorial office address: NRU «Moscow Power Engineering Institute», Krasnokazarmennaya, 14,

Ext. Ter. G. Municipal District of Lefortovo, Moscow, 111250 Russia

tel/fax (495) 362-7485

E-mail: 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

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

Иванов Н.С., Зубко В.В., Кадеров В.А., Малевич Н.А., Терехова Т.М. Оптимизация полностью ВТСП синхронного генератора и расчет потерь в его обмотках	4
Старостин И.Е., Халютин С.П. Аналитическая модель динамики напряжения литийионного аккумулятора	13
Обоскалов В.П. Математические модели оптимального распределения дефицита мощности в задачах расчета показателей балансовой надежности ЭЭС	23
Гурина Л.А., Томин Н.В. Обеспечение информационной безопасности при вторичном регулировании напряжения в мультиагентных системах управления киберфизическими микросетями	34
Сивак А.С., Калганова С.Г., Кадыкова Ю.А., Тригорлый С.В., Васинкина Е.Ю., Сивак Т.П. Моделирование нагрева композитов с поглощающими наполнителями различной формы в СВЧ-камере с волноводно-щелевым излучателем	46
Ганджа С.А., Ульман Я.С., Ганджа Д.С. Анализ электромагнитных процессов в магнетогидродинамическом насосе трансформатного типа для транспортировки жидких металлов.....	57
Вариводов В.Н., Ковалев Д.И., Жуликов С.С., Голубев Д.В., Мирзабекян Г.З. Особенности применения литой эпоксидной изоляции и композиций на ее основе для высоковольтного оборудования	67
Антипов В.Н., Грозов А.Д., Иванова А.В. Тепловой расчет новой конструкции синхронного генератора с поперечным потоком	76

CONTENTS

N.S. Ivanov, V.V. Zubko, V.A. Kaderov, N.A. Malevich, T.M. Terekhova. Optimizing a Fully HTS Synchronous Generator and Calculating the Losses in Its Windings	4
I.E. Starostin, S.P. Halyutin. An Analytical Model of Lithium-ion Battery Voltage Dynamics	13
V.P. Oboskalov. Mathematical Models for Optimal Distribution of Power Shortage in Calculating the Electric Power System Adequacy Indicators	23
L.A. Gurina, N.V. Tomin. Ensuring Cyber Security in Secondary Voltage Regulation in Multi-Agent Control Systems of Cyber-Physical Microgrids.....	34
A.S. Sivak, S.G. Kalganova, Yu.A. Kadykova, S.V. Trigorlyy, E.Yu. Vasinkina, T.P. Sivak. Modeling the Heating of Composites with Absorbing Fillers of Various Shapes in a Microwave Chamber with a C-Slit Emitter	46
S.A. Gandzha, Ya.S. Ul'man, D.S. Gandzha. Analysis of Electromagnetic Processes in a Transformer Type Magnetohydrodynamic Pump for Liquid Metal Transportation	57
V.N. Varivodov, D.I. Kovalev, S.S. Zhulikov, D.V. Golubev, G.Z. Mirzabekyan. Features of Applying Cast Epoxy Insulation and Compositions Based on It for High-voltage Equipment	67
V.N. Antipov, A.D. Grozov, A.V. Ivanova. Thermal Calculation of a New Synchronous Generator Design with Transverse Flux	76

На обложке – Лампы Яблочкова в Семейном саду в Павловске (рисунок С. Шамота, гравюра К. Крыжановского).

Источник: Петербург и его окрестности. Увеселительные заведения. – Всемирная иллюстрация, 1879, т. 22, № 555, с. 164–165.

Ночное электрическое освещение П.Н. Яблочкова активно использовалось в парках и садах. В 1879 г. (145 лет назад) зажглись электрические свечи в Летнем саду Санкт-Петербурга и Семейном саду в Павловске.

On the Cover there are Yablochkov lamps in the Family Garden in Pavlovsk (drawing by S. Shamot, engraving by K. Kryzhanovsky).

Source: St. Petersburg and Its Surroundings. Entertainment Establishments. – World Illustration, 1879, vol. 22, No. 555, pp. 164–165.

P.N. Yablochkov's night electric lighting was actively used in parks and gardens. In 1879 (145 years ago), electric candles were lit in the Summer Garden of St. Petersburg and the Family Garden in Pavlovsk.