

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, Ганновский Университет им. Лейбница, Ганновер, Германия

Беспалов Виктор Яковлевич – доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва

Вольский Сергей Посифович – 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 Лоррейн, 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, ОАО «Фирма ОРГРЭС», Москва

Коровкин Николай Владимирович – доктор техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

Коротев Анатолий Анатольевич – академик РАН, доктор техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 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

Лагерьков 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

Мошкунов 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, Санкт-Петербург

Негевницкий 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-ru.ru
и на сайте интернет-магазина «Пресса по подписке» www.akc.ru. Подписной индекс – 71106**

Подписано в печать 27.04.2022. Формат 60×84 $\frac{1}{8}$. Тираж 145 экз.
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 8,37. 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, 2022

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.), OJSC «Firm ORGRES», Moscow
- Koroteyev Anatoly A.** – Full Member of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), 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
- Voltskiy 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

| | |
|--|----|
| Бутырин П.А. Трансформации высшего электротехнического образования в России. Цифровизация образования..... | 4 |
| Ahmed M.K., Osman M.H., Korovkin N.V. Multiobjective Optimization of Power Flow Distribution in EPS with RES under Minimum Number of Transformer's On-Load Tap Changing..... | 10 |
| Воеводин В.В., Лазукин А.В. Предпосевная обработка семян озимой пшеницы в поле импульсного поверхностного барьерного разряда | 21 |
| Буякова Н.В., Закарюкин В.П., Крюков А.В., Середкин Д.А. Учет гармонических искажений при моделировании электромагнитных полей, создаваемых линиями электропередачи, питающими тяговые подстанции железных дорог | 28 |
| Цицикян Г.Н. Определение радиальных сил, действующих между соосными витками, расположенными в одной плоскости | 39 |
| Смирнов А.Ю., Кудряшов Д.А. Разработка под тормаживающего устройства для шагового привода исполнительных механизмов вертикального перемещения | 43 |
| Афанасьев А.А., Ваткин В.А., Токмаков Д.А. Реактивный момент вентильного двигателя с магнитами в закрытых пазах ротора..... | 51 |
| Сафаралиев М.Х., Кокин С.Е., Дмитриев С.А., Матренин П.В., Киргизов А.К. Разработка моделей среднесрочного прогнозирования притока воды для планирования выработки электроэнергии в изолированных энергосистемах..... | 58 |

ХРОНИКА

| | |
|--|----|
| Олег Константинович Никольский (к 85-летию со дня рождения)..... | 69 |
|--|----|

На обложке – Освещение улицы Оперы в Париже свечами П.Н. Яблочкова, 1878 г. Гравюра Ж.-Д. Фера. Источник: **Figuiet L.** Les Nouvelles Conquêtes de la science. L'Électricité. Paris: Librairie illustrée, 1884, 644 p.

Освещение было проведено во время Всемирной выставки в Париже 5 мая 1878 г. Каждый вечер на улицу Оперы стекались толпы людей посмотреть на это зрелище. Многие уже видели электрический свет, но так, чтобы десятки ламп осветили улицу протяженностью более 800 метров... Такого в человеческой истории еще не было. Это событие стало исходной точкой в создании новой электрической отрасли.

CONTENTS

| | |
|---|----|
| P.A. Butyrin. Transformations of Higher Electrical Engineering Education in Russia. Digitalization of Education..... | 4 |
| M.K. Ahmed, M.H. Osman, N.V. Korovkin. Multiobjective Optimization of Power Flow Distribution in EPS with RES under Minimum Number of Transformer's On-Load Tap Changing..... | 10 |
| V.V. Voevodin, A.V. Lazukin. Presowing Winter Wheat Seed Treatment in the Pulsed Surface Dielectric Barrier Discharge Field | 21 |
| N.V. Buyakova, V.P. Zakaryukin, A.V. Kryukov, D.A. Seredkin. Consideration of Harmonic Distortions in Modeling the Electromagnetic Fields Generated by Power Lines Feeding Railway Traction Substations | 28 |
| G.N. Tsitsikyan. Determination of Radial Forces Acting Between Coaxial Coils Located in the Same Plane | 39 |
| A.Yu. Smirnov, D.A. Kudryashov. Development of a Braking Device for a Step Drive of Vertical Displacement Actuators | 43 |
| A.A. Afanasyev, V.A. Vatin, D.A. Tokmakov. The Reactive Torque of a PMBL Motor with Magnets in Closed Rotor Slots..... | 51 |
| M.Kh. Safaraliev, S.E. Kokin, S.A. Dmitriev, P.V. Matrenin, A.K. Kirgizov. Development of Medium-Term Water Inflow Forecasting Models for Planning Electricity Generation in Isolated Power Systems..... | 58 |

CRONICLE

| | |
|--|----|
| Oleg Konstantinovich Nikol'skiy (to the 85 th Anniversary of the Birth) | 69 |
|--|----|

On the Cover is Lighting of the Opera Street in Paris with candles by P.N. Yablochkov in 1878. Engraving by Jules-Descartes Férat. Source: **Figuiet L.** Les Nouvelles Conquêtes de la science. L'Électricité. Paris: Librairie illustrée, 1884, 644 p.

The lighting was carried out during the World's Fair in Paris on May 5, 1878. Every evening crowds of people flocked to the Opera Street to see this spectacle. Many have already seen electric light, but in such a way that dozens of lamps illuminated a street with a length of more than 800 meters... There has never been such a thing in human history. This event became the starting point in the creation of a new electric industry.