

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 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 Лоррэйна, 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
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
Негневский 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.aks.ru. Подписной индекс – 71106

Подписано в печать 30.08.2023. Формат 60×84¹/₈. Тираж 130 экз.
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 8,84. 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

№ 9, 2023

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

Вавилов В.Е., Исмагилов Ф.Р., Пронин Е.А., Зайнагутдинова Э.И. Перспективы развития авиационных электрических машин	4
Иванов Н.С., Журавлев С.В., Широков А.А., Шишов Д.М., Занегин С.Ю., Здорова М.В., Коробов И.Б., Смирнов А.Ю. Экспериментальные исследования асинхронного электродвигателя с криогенным охлаждением	13
Шишигин С.Л., Шишигин Д.С., Смирнов И.Н. Расчет числа грозовых отключений воздушной линии 110 кВ	22
Авдзейко В.И., Дроздова А.А., Рулевский В.М., Ляпунов Д.Ю. Расчет выходных фильтров систем электропитания с многозонным регулированием ..	31
Андриянов А.И. Система управления преобразователем постоянного напряжения для солнечных панелей	38
Острейко В.Н. О взаимной индуктивности между двумя круглыми соосными витками	49
ИЗ ИСТОРИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ	
Бородин Д.А. Опыты Марселя Депре по передаче электрической энергии. Ч. 3. Крей–Париж (к 180-летию со дня рождения М. Депре)	53

ХРОНИКА

Камо Серопович Демирчян (к 95-летию со дня рождения)	70
Лев Николаевич Макаров (к 85-летию со дня рождения)	72
Виталий Сергеевич Высоцкий (к 75-летию со дня рождения)	74
Дмитрий Анатольевич Бородин (к 60-летию со дня рождения)	75

На обложке – Генератор постоянного тока электропередачи М. Депре Крей–Париж. 1886 г. (Гравюра Луи Пойе).

Источник: La transmission de la force par l'électricité. Expériences entre Creil et Paris. Système Marcel Deprez. – La Nature, 1886, No. 688, 7 aout, pp. 152–155.

Электропередача Крей–Париж имела протяженность 56 км. Электрический генератор приводился в движение от паровых двигателей двух локомотивов. Динамо-машина вырабатывала мощность 83,8 л.с. при напряжении до 6200 В и КПД 72 %. При проведении экспериментов М. Депре и его коллеги столкнулись с большими проблемами: пробой изоляции обмоток генератора; искрение коллектора; нагрев магнитопровода. После многочисленных доработок генератора опыты продолжались более шести месяцев, показав в конечном итоге надежную работу системы при КПД 45 %.

© «Электричество», 2023

CONTENTS

V.E. Vavilov, F.R. Ismagilov, E.A. Pronin, E.I. Zaynagutdinova. Prospects for the Development of Aircraft Electrical Machines	4
N.S. Ivanov, S.V. Zhuravlev, A.A. Shirokov, D.M. Shishov, S.Yu. Zanegin, M.V. Zdorova, I.B. Korobov, A.Yu. Smirnov. Experimental Studies of an Induction Motor with Cryogenic Cooling	13
S.L. Shishigin, D.S. Shishigin, I.N. Smirnov. Evaluating the Number of 110 kV Power Line Lightning Outages	22
V.I. Avdzeyko, A.A. Drozdova, V.M. Rulevskiy, D.Yu. Lyapunov. Calculation of the Output Filters of Power Supply Systems with Multizone Control	31
A.I. Andriyanov. A DC/DC Voltage Converter Control System for Solar Panels	38
V.N. Ostreyko. On Mutual Inductance between Two Round Coaxial Turns	49

FROM THE HISTORY OF ELECTRICAL ENGINEERING

D.A. Borodin. Marcel Deprez's Experiments on Electric Power Transmission. Part 3. Creil–Paris (to the 180 th Anniversary of the Birth of M. Deprez)	53
--	----

CRONICLE

Kamo Seropovich Demirchyan (to the 95 th Anniversary of the Birth)	70
Lev Nikolaevich Makarov (to the 85 th Anniversary of the Birth)	72
Vitaly Sergeevich Vysotsky (to the 75 th Anniversary of the Birth)	74
Dmitry Anatolyevich Borodin (to the 60 th Anniversary of the Birth)	75

On the Cover is DC generator of electric transmission M. Deprez Creil–Paris, 1886 (Etching by Louis Poyet).

Source: La transmission de la force par l'électricité. Expériences entre Creil et Paris. Système Marcel Deprez. – La Nature, 1886, No. 688, 7 aout, pp. 152–155.

The Creil–Paris power transmission had the 56 km length. The electric generator was driven by the steam engines of two locomotives. The dynamo produced the 83.8 hp power at the voltage of up to 6200 V and the efficiency of 72 %. During the experiments, M. Deprez and his colleagues encountered great problems: breakdown of the generator windings insulation, collector sparking and heating of the magnetic circuit. After numerous modifications of the generator, the experiments continued for more than six months, eventually showing reliable operation of the system at the 45 % efficiency.