

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, Ганноверский 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)

Герада 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 Лоррейн (Нанси, Франция)

Демидович 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)

Мошкунов 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)

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)

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

Почтовый адрес редакции: 111250 Москва, 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

Подписано в печать 26.07.2021. Формат 60×84¹/₈. Тираж 155 экз.
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 7.91. 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

№ 8, 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)
- 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)

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

Варюхин А.Н., Гордин М.В., Дутов А.В., Мошкун нов С.И., Хомич В.Ю., Шершунова Е.А. Оптимизация архитектуры силовой установки гибридного летательного аппарата.....	4
Диев Д.Н., Ковалев И.А., Макаренко М.Н., Наумов А.В., Поляков А.В., Сурин М.И., Шутова Д.И., Щербаков В.И. Испытания ВТСП-2 магнита для нейронных исследований.....	13
Volskiy S., Skorokhod Yu., Echkilev N. Selecting the Switching Frequency of the 6500 V IGBT High Voltage DC Converter	21
Кузьмин И.Ю., Черевко А.И. Новый подход к проектированию согласующих трансформаторов с вращающимся магнитным полем	28
Лавринович В.А., Лавринович А.В., Мытников А.В. Экспериментальное исследование путей повышения эффективности импульсного дефектографирования для контроля состояния обмоток высоковольтных трансформаторов.....	39
Ларин В.С. К развитию теории резонансных процессов в обмотках силовых трансформаторов. Ч. 1. Частотные характеристики схемы с двумя П-звеньями.....	49
Каликасов Н.Т., Сарсенбаев Е.А. Моделирование температурного режима, мониторинг и прогнозирование перегрева болтовых контактных соединений токоведущих шин.....	56

ХРОНИКА

Феликс Нигматзянович Шакирзянов (к 80-летию со дня рождения).....	64
Борис Нилович Евсеев (Некролог).....	66

CONTENTS

A.N. Varyukhin, M.V. Gordin, A.V. Dutov, S.I. Moshkunov, V.Yu. Khomich, E.A. Shershunova. Optimizing a Hybrid Aircraft's Propulsion System Architecture.....	4
D.N. Diev, I.A. Kovalev, M.N. Makarenko, A.V. Naumov, A.V. Polyakov, M.I. Surin, D.I. Shutova, V.I. Shcherbakov. Tests of an HTSC-2G Coil for Neuron Studies	13
S. Volskiy, Yu. Skorokhod, N. Echkilev. Selecting the Switching Frequency of the 6500 V IGBT High Voltage DC Converters.....	21
I.Yu. Kuz'min, A.I. Cherevko. A New Approach to Designing of Matching Transformers with a Rotating Magnetic Field	28
V.A. Lavrinovich, A.V. Lavrinovich, A.V. Mytnikov. Experimental Study of Ways to Improve the Efficiency of Pulsed Flaw Detection Technology for Condition Monitoring of High Voltage Transformer Windings ...	39
V.S. Larin. On Developing the Theory of Resonant Processes in Power Transformer Windings. Part 1. Frequency Responses of a Circuit with Two PI Sections	49
N.T, Kalikasov, Ye.A. Sarsenbaev. Modeling the Temperature Mode, Monitoring, and Predicting the Overheating Live Bus Bolted Contact Connections ...	56

CHRONICLE

Feliks Nigmatzyanovich Shakirzyanov (to the 80 th Anniversary of the Birth)	64
Boris Nilovich Yevseev (Obituary).....	66