

Theoretical and scientific-practical journal

ELEKTRICHESTVO

ESTABLISHED IN JULY 1880

№ 1, 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

Сытников В.Е., Лелехов С.А., Зубко В.В. Разработка сверхпроводящего провода для центрального соленоида токамака с реакторными технологиями (TRT)	4
Иудин Д.И., Сысоев А.А., Раков В.А. Инициация молнии как следствие естественной эволюции грозового облака. Ч. 3. Стримеры и стримерно-лидерный переход	16
Ларин В.С., Зененко А.С., Рыдкин М.А. Определение собственных частот и коэффициентов затухания по измеренным передаточным функциям напряжения обмоток силовых трансформаторов	28
Борисов Р.К., Смирнов М.Н., Голдун А.В., Белобородов В.В., Иванов Н.А. Исследование высокочастотных импульсных перенапряжений на Саяно-Шушенской ГЭС	36
Марков М.А., Коровкин Н.В., Третьяков В.С., Жиглинский С.В. Разработка генератора для малого капсульного гидроагрегата	44
Цицикян Г.Н., Антипов М.Ю. Индуктивность и электродинамические силы в круговых витках с параллельными осями	52
Дубинов А.Е. Расчет цепей постоянного тока, содержащих диоды Чайлда–Ленгмюра	57

ИЗ ИСТОРИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Бородин Д.А. Мюнхенская выставка Оскара фон Миллера. Ч. 2. Замечательный результат (к 140-летию Мисбах-Мюнхенской электропередачи М. Дебре)	61
---	----

На обложке – Торжественный банкет по случаю закрытия Мюнхенской электрической выставки 1882 г. (Гравюра Е.Турнуа).

Источник: Clémenceau P. Exposition Internationale d'Électricité de Munich: En dehors du Palais de Cristal. – La Lumière Électrique, 1883, 24 novembre, No. 47, pp. 392–398.

«Везде царил братская, веселая атмосфера. Затем начались речи. Чиновники, ученые, инженеры последовательно брали слово, и их выступления прерывались только аплодисментами. Каждый вспоминал усилия, затраченные в этот период и блестящие результаты, которые были достигнуты благодаря общей деятельности, благодаря работе всех, стремящихся к одной цели. Все поздравляли друг друга, закаленные руки рабочих встретились с руками ученых, и в этом замечательном братстве исчезли все различия происхождения и образования».

© «Электричество», 2023

CONTENTS

V.E. Sytnikov, S.A. Lelekhov, V.V. Zubko. Development of a Superconducting Wire for the Central Solenoid of a Tokamak with Reactor Technologies (TRT)	4
D.I. Iudin, A.A. Syssoev, V.A. Rakov. Lightning Initiation as a Consequence of Natural Thundercloud Evolution. Part 3. Streamers and Transition from Streamers to a Leader Channel	16
V.S. Larin, A.S. Zenenko, M.A. Rydkin. Determination of Power Transformer Winding Natural Frequencies and Damping Factors from the Measured Voltage Transfer Functions	28
R.K. Borisov, M.N. Smirnov, A.V. Goldun, V.V. Beloborodov, N.A. Ivanov. Experimental Study of High Frequency Impulse Overvoltages at Sayano-Shushenskaya HPP	36
M.A. Markov, N.V. Korovkin, V.S. Tretiakov, S.V. Zhiglinskiy. Development of the Generator for a Small Capacity Bulb Hydropower Unit	44
G.N. Tsitsikyan, M.Yu. Antipov. Inductance and Electrodynamical Forces in Circular Turns with Parallel Axes	52
A.E. Dubinov. Calculation of DC Circuits Containing the Child–Langmuir Diodes	57

FROM THE HISTORY OF ELECTRICAL ENGINEERING

D.A. Borodin. Munich Exhibition of Oscar von Miller. Part 2. A Remarkable Result (On the 140 th Anniversary of the Misbach-Munich Power Transmission of M. Debre)	61
--	----

On the Cover is Solemn banquet on the occasion of the closing of the Munich Electric Exhibition of 1882 (Engraving by E. Tournais).

Source: Clémenceau P. Exposition Internationale d'Électricité de Munich: En dehors du Palais de Cristal. – La Lumière Électrique, 1883, 24 novembre, No. 47, pp. 392–398.

"There was a brotherly, cheerful atmosphere everywhere. Then the speeches began. Officials, scientists, engineers consistently took the floor, and their speeches were interrupted only by applause. Everyone remembered the efforts expended during this period and the brilliant results that were achieved thanks to common activities, thanks to the work of all striving for the same goal. Everyone congratulated each other, the hardened hands of the workers met the hands of scientists, and in this wonderful brotherhood all differences of origin and education disappeared."