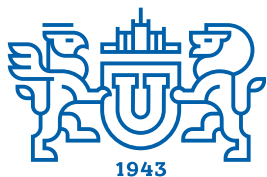


ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2020
Т. 20, № 2**

ISSN 1990-8512 (Print)
ISSN 2409-1057 (Online)

СЕРИЯ

«ЭНЕРГЕТИКА»

Решением ВАК России включен в Перечень рецензируемых научных изданий

**Учредитель – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»**

Журнал освещает актуальные теоретические и практические проблемы энергетики и электротехники, результаты научно-исследовательских работ, передовой опыт, определяющий направление и развитие научных исследований, публикует материалы научных конференций и совещаний.

Основной целью журнала является консолидация сообщества ученых и практиков, способствование в формировании и развитии наиболее перспективных направлений исследовательской практики, представление информации о научных исследованиях и достижениях.

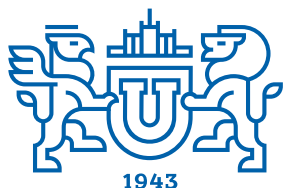
Редакционная коллегия:

Радионов А.А., д.т.н., проф. (*главный редактор*)
Шишков А.Н., к.т.н., доц. (*ответственный редактор*)
Функ Т.А., к.т.н., доц. (*ответственный секретарь*)

Редакционный совет:

Абрамович Б.Н., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)
Агапитов Е.Б., д.т.н., доц. (Магнитогорск)
Алюков С.В., д.т.н., доц.
Беспалов В.Я., д.т.н., проф. (Москва)
Браславский И.Я., д.т.н., проф. (Екатеринбург)
Бродов Ю.М., д.т.н., проф. (Екатеринбург)
Бутырин П.А., д.т.н., проф., чл.-корр. РАН (Москва)
Валеев Р.Г., к.т.н., доц.
Воронин С.Г., д.т.н., проф.
Ганджа С.А., д.т.н., проф.
Гладышев С.П., д.т.н., проф. (Дирборн, США)
Гольдштейн М.Е., к.т.н., проф.
Гордон Я., Ph.D. (Миссиссога, Канада)
Григорьев М.А., д.т.н., доц.
Домрачев В.Г., д.т.н., проф. (Москва)

Дудкин М.М., д.т.н., доц.
Исмагилов Ф.Р., д.т.н., проф. (Уфа)
Карандаев А.С., д.т.н., проф.
Кирпичникова И.М., д.т.н., проф.
Кодкин В.Л., д.т.н., проф.
Козярук А.Е., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)
Колганов А.Р., д.т.н., проф. (Иваново)
Корнилов Г.П., д.т.н., проф. (Магнитогорск)
Куликова Л.В., д.т.н., проф., чл.-корр. САН ВШ (Барнаул)
Лятхер В.М., д.т.н., проф. (Кливленд, США)
Мещеряков В.Н., д.т.н., проф. (Липецк)
Пятибратов Г.Я., д.т.н., проф. (Новочеркасск)
Резник Л.Ф., Ph.D. (Ришон-ле-Цион, Израиль)
Сарваров А.С., д.т.н., проф. (Магнитогорск)
Тума И., д.т.н., проф. (Прага, Чешская Республика)
Торопов Е.В., д.т.н., проф. (Екатеринбург)
Усынин Ю.С., д.т.н., проф.
Фёдоров О.В., д.т.н., проф. (Нижний Новгород)
Хохлов Ю.И., д.т.н., проф.
Хусаинов Ш.Н., д.т.н., проф.
Шевырёв Ю.В., д.т.н., доц. (Москва)



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

SERIES

2020

Vol. 20, no. 2

“POWER ENGINEERING”

ISSN 1990-8512 (Print)
ISSN 2409-1057 (Online)

Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta.
Seriya “Energetika”

South Ural State University

The journal covers urgent theoretical and practical problems of power engineering, results of research work, accumulated experience setting directions and development of scientific research in power engineering, publishes materials of scientific conferences and meetings, information on scientific work in higher educational institutions.

The main goal of the journal is consolidation of scientific and industrial communities, promotion and development of the most promising areas of research practice, presentation information on scientific research and achievements.

Editorial Board:

Radionov A.A., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (*editor-in-chief*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Shishkov A.N., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof. (*executive editor*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Funk T.A., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof. (*executive secretary*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Editorial Council:

Abramovich B.N., Dr. Sci. (Eng.), Prof., St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russian Federation
Agapitov E.B., Dr. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation
Aliukov S.V., Dr. Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Bespalov V.Ya., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russian Federation
Braslavskii I.Ya., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ural Power Engineering Institute, Ekaterinburg, Russian Federation
Brodov Yu.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ural Power Engineering Institute, Ekaterinburg, Russian Federation
Butyrin P.A., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russian Federation
Valeev R.G., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Voronin S.G., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Gandzha S.A., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Gladyshev S.P., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Michigan-Dearborn University, Dearborn, United States of America
Goldshteyn M.E., Cand. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Gordon Ya., Ph.D., HATCH, Mississauga, Ontario, Canada
Grigorev M.A., Dr. Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Domrachev V.G., Dr. Sci. (Eng.), Prof., State Institute of Information Technologies and Telecommunications, Moscow, Russian Federation
Dudkin M.M., Dr. Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Ismagilov F.R., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation
Karandaev A.S., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Kirpichnikova I.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Kodkin V.L., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Kozyaruk A.E., Dr. Sci. (Eng.), Prof., National Mineral Resources University, Saint-Petersburg, Russian Federation
Kolezanov A.R., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Ivanovo Power Engineering Institute, Ivanovo, Russian Federation
Kornilov G.P., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation
Kulikova L.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Corresponding Member of the Siberian Academy of Sciences of the Higher School, Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation
Lyatkher V.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof., New Energitics Inc., Cleveland, United States of America
Meshcheryakov V.N., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russian Federation
Pyatibratov G.Ya., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute), Novocherkassk, Russian Federation
Reznik L., Ph.D., Payton Group International, Rishon LeZion, Israel;
Sarvarov A.S., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation
Tuma J., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Charles University, Prague, Czech Republic
Toropov E.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof., LLC Research and Production Company “UralTermoComplex”, Ekaterinburg, Russian Federation
Usynin Yu.S., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Fedorov O.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Khokhlov Yu.I., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Khusainov Sh.N., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Shevyrev Yu.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof., National University of Science and Technology “MISIS” (MISIS), Moscow, Russian Federation

СОДЕРЖАНИЕ

Электроэнергетика

ДАНИЛОВ М.И., РОМАНЕНКО И.Г. К проблеме определения параметров распределительной сети по данным АИИС КУЭ	5
РОМАНОВА В.В., ХРОМОВ С.В., ГОНИН В.Н. Методика расчета экономической эффективности внедрения технических средств симметрирования в электротехнический комплекс с электродвигательной нагрузкой	15
ТАВАРОВ С.Ш. Метод прогнозирования электропотребления бытовыми потребителями в условиях Республики Таджикистан	28
РАЗЖИВИН И.А., АНДРЕЕВ М.В., СУВОРОВ А.А., УФА Р.А. Гибридное моделирование распределенной генерации в электроэнергетических системах	36
BRYAKIN I.V., BOCHKAREV I.V., KHRAMSHIN V.R. Nondestructive Testing Method Based on the Spin Polarization Effect Template	49

Альтернативные источники энергии

ОБУХОВ С.Г., ИБРАГИМ А. Оптимизация состава оборудования гибридных энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии	64
КИРПИЧНИКОВА И.М., МАХСУМОВ И.Б. Выбор электрооборудования автономной фотоэлектрической системы с использованием программного обеспечения PVsyst	77

Преобразовательная техника

АЛЕКСЕЕВА Т.Л., РЯБЧЕНКО Н.Л., АСТРАХАНЦЕВ Л.А., ТИХОМИРОВ В.А. Энергетическая эффективность в электрических цепях с полупроводниковыми приборами	89
ЦЗИН ТАО, РАДИОНОВ А.А., МАКЛАКОВ А.С. Алгоритм смены шаблонов углов переключений ключей трёхуровневого преобразователя при широтно-импульсной модуляции с удалением выделенных гармоник	99

Электромеханические системы

ВОЕКОВ В.Н., МЕЩЕРЯКОВ В.Н., КРЮКОВ О.В. Вентильный электропривод для погружных нефтяных насосов с импульсным повышающим преобразователем напряжения в звене постоянного тока преобразователя частоты и релейным управлением инвертором напряжения	110
КОРНИЛОВ Г.П., АБДУЛВЕЛЕЕВ И.Р., ШОХИН В.В., ХРАМШИН Т.Р., НИКОЛАЕВ А.А. Повышение качества регулирования натяжения полосы агрегата непрерывного горячего цинкования	120
ПЕТРУШИН А.Д., ШЕВКУНОВА А.В., СМАЧНЫЙ В.Ю. Исследование взаимосвязи электромагнитного момента вентильно-индукторного двигателя и геометрических элементов его магнитной системы	127

CONTENTS

Electric Power Engineering

DANILOV M.I., ROMANENKO I.G. Using AIS EM Data to Find the Parameters of a Distribution Grid	5
ROMANOVA V.V., KHROMOV S.V., GONIN V.N. Calculating the Cost-Effectiveness of Adopting Symmetrization Equipment in a Motor-Carrying Electrical Complex	15
TAVAROV S.Sh. Method for Projecting Household Electricity Consumption in the Republic of Tajikistan	28
RAZZHIVIN I.A., ANDREEV M.V., SUVOROV A.A., UFA R.A. Hybrid Simulation of Distributed Generation in Grids	36
BRYAKIN I.V., BOCHKAREV I.V., KHRAMSHIN V.R. Nondestructive Testing Method Based on the Spin Polarization Effect Template	49

Alternative Sources of Energy

OBUKHOV S.G., IBRAHIM A. Optimization of Equipment Composition of Hybrid Energy Systems with Renewable Energy Sources	64
KIRPICHNIKOVA I.M., MAKHSUMOV I.B. Using PVsyst to Select Electrical Equipment for a Photovoltaic System	77

Converting Technology

ALEKSEYEVA T.L., RYABCHENOK N.L., ASTRAKHANTSEV L.A., TIKHOMIROV V.A. Energy Efficiency of Electrical Circuits Carrying Semiconductor Devices	89
JING TAO, RADIONOV A.A., MAKLAKOV AS. Switching Pattern Transition Algorithm for a Three-Level Converter Using Pulse-Width Modulation for Selective Harmonic Elimination	99

Electromechanical Systems

VOEKOV V.N., MESHCHERYAKOV V.N., KRUKOV O.V. Rectifier Drive with Boost Regulator Connected to Frequency Converter DC link Based on Self-Commutated Voltage Inverter with Relay Regulation for Submersible Oil Pumps	110
KORNILOV G.P., ABDULVELEEV I.R., SHOKHIN V.V., KHRAMSHIN T.R., NIKOLAEV A.A. Improving the Quality of Tension Regulation in the Strip of the Continuous Hot Galvanizing Unit	120
PETRUSHIN A.D., SHEVKUNOVA A.V., SMACHNYY V.Yu. Electromagnetic Torque of Switched-Reluctance Motors and Its Correlation with the Magnetic System Geometry	127