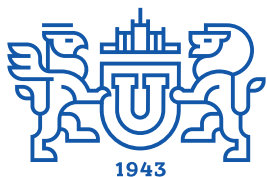


ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2018
Т. 18, № 4**

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:

Ганджа С.А., д.т.н., проф.
Радионов А.А., д.т.н., проф. (*главный 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.
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.
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

2018

Vol. 18, no. 4

“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:

Gandzha S.A., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Radionov A.A., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (*editor-in-chief*), 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

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

Kolganov 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., South Ural State University, Chelyabinsk, 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

Теплоэнергетика

ГВОЗДЯКОВ Д.В., ЗЕНКОВ А.В., ГУБИН В.Е., ВЕДЯШКИН М.В. К вопросу об исследовании структуры потока водоугольного топлива в процессе его пневмомеханического распыла	5
--	---

Электроэнергетика

БАЙ Ю.Д., ШМОЙЛОВ А.В., АНДРЕЕВ М.В., СУВОРОВ А.А., КИЕВЕЦ А.В., РАЗЖИВИН И.А. Алгоритм определения законов распределения вероятностей параметров режимов и электрических величин при повреждениях в электрических сетях энергосистем	13
ЧЕРЕМИСИН В.Т., ТРЕТЬЯКОВ Е.А., ГОЛОВНЕВ Г.Е. Моделирование мультиагентного управления напряжением в распределительных электрических сетях железных дорог	22
ТРЯПИЦЫН А.Б., КИРПИЧНИКОВА И.М., БУХТОЯРОВ В.Ф., КРУГЛОВ Г.А. Анализ аварийности и травматизма в электроэнергетике Российской Федерации	30

Альтернативные источники энергии

IBRAHIM A.A., SOLOMIN E.V. Impacts of Voltage Dips in Doubly Fed Induction Motor for Wind Turbine Generation Systems	41
ЖДАНКИН Е.В., УСТИНОВ Д.А. Имитационное моделирование активной накопительной системы	52
БУТАКОВ С.В., ЧЕРВОЧКОВ А.С. Эффективность режимов работы фотоэлектрических модулей в условиях Арктической зоны	59

Преобразовательная техника

ДУДКИН М.М., УСЫНИН Ю.С., ОСИНЦЕВ К.В. Адаптивное интегрирующее устройство синхронизации для систем управления силовыми вентильными преобразователями	68
УДОВИЧЕНКО А.В., ЗИНОВЬЕВ Г.С., ГРИШАНОВ Е.В., ЖАРКОВ М.А. Регулятор переменного напряжения с малым числом ключей и цифровым управлением	79
НИКОЛАЕВ А.А., КОРНИЛОВ Г.П., ДЕНИСЕВИЧ А.С. Разработка усовершенствованной методики расчета параметров фильтрокомпенсирующих цепей статического тиристорного компенсатора электродуговой печи	89
ТОКАРЕВ В.Г. Улучшение синхронизации параллельного активного силового фильтра с питающей сетью	101

Электромеханические системы

ОДНОКОПЫЛОВ И.Г., ДЕМЕНТЬЕВ Ю.Н., КРОХТА Ю.В., АРИ АБДУЛЛА Р. РАХИМ, УДУТ Л.С., УМУРЗАКОВА А.Д. Статические предельные характеристики асинхронного электропривода при частотном векторном управлении	109
КОДКИН В.Л., АНИКИН А.С., БАЛДЕНКОВ А.А., ЦЗЯН ЯНЬМИН, ХУАН ЧЖИ ЧЕН. Оптимизация динамических режимов комплекса асинхронных электроприводов технологической линии	121

CONTENTS

Heat-Power Engineering

GVOZDYAKOV D.V., ZENKOV A.V., GUBIN V.E., VEDYASHKIN M.V. On the Study of Coal-Water Fuel Flow Structure during Its Pneumatic-Mechanical Atomization	5
--	---

Electric Power Engineering

BAY J.D., SHMOILOV A.V., ANDREEV M.V., SUVOROV A.A., KIEVETS A.V., RAZZHIVIN I.A. Algorithm of Probability Distribution Law for Steady State Mode and Fault Condition Parameters of Electric Power System	13
CHEREMISIN V.T., TRETYAKOV E.A., GOLOVNEV G.E. Simulation of Multi-Agent Voltage Control in Distribution Electric Networks of Railways	22
TRYAPITSYN A.B., KIRPICHNIKOVA I.M., BUKHTOYAROV V.F., KRUGLOV G.A. Analysis of Accidents and Industrial Injuries in the Electric Power Industry of the Russian Federation	30

Alternative Sources of Energy

IBRAHIM A.A., SOLOMIN E.V. Impacts of Voltage Dips in Doubly Fed Induction Motor for Wind Turbine Generation Systems	41
ZHDANKIN E.V., USTINOV D.A. Imitation Modeling of Active Electricity Storage System	52
BUTAKOV S.V., CHERVOCHKOV A.S. Efficiency of Photovoltaic Modules Operation Modes in Arctic Conditions	59

Converting Technology

DUDKIN M.M., USYNIN Yu.S., OSINTSEV K.V. Adaptive Integrating Synchronizing Unit for Power Semiconductor Converters Control Systems	68
UDOVICHENKO A.V., ZINOVIEV G.S., GRISHANOV E.V., ZHARKOV M.A. Voltage Regulator with a Few Switches and a Digital Control System	79
NIKOLAEV A.A., KORNILOV G.P., DENISEVICH A.S. Developing of a New Calculation Method for Harmonic Filters Parameters of Arc Furnace Static Var Compensator	89
TOKAREV V.G. Improvement of Shunt Active Power Filter Synchronization with Distribution Network ...	101

Electromechanical Systems

ODNOKOPYLOV I.G., DEMENTIEV Yu.N., KROKHTA Yu.V., ARI ABDULA R. RAKHIM, UDUT L.S., UMURZAKOVA A.D. Static Limiting Characteristics of Induction Motor Drive with Frequency Vector Control	109
KODKIN V.L., ANIKIN A.S., BALDENKOV A.A., JIANG YANMIN, HUANG JI CHEN. Optimization of Dynamic Modes of a Technological Line Asynchronous Electric Drives Complex	121