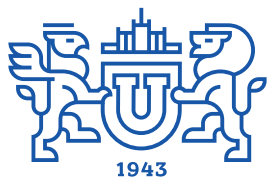


# ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**2018  
Т. 18, № 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:**

**Ганджа С.А.**, д.т.н., проф.  
**Радионон 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. 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:

**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

### Электроэнергетика

ГОЛЬДШТЕЙН М.Е., ЖЕЛНИНА К.В. Особенности регулирования рабочих и послеаварийных режимов электрических сетей с передачей постоянного тока на базе преобразователей тока и напряжения .....	5
АВДЕЕВА М.М., АНАНЬЕВ Е.М., КОРОВИН О.В., ПОДВИГИН С.В. Алгоритм поиска оптимальных параметров термоэлектроволокна для защиты высоковольтных проводов воздушных линий электропередач от обледенения .....	12
ТАВЛИНЦЕВ А.С., СУВОРОВ А.А., СТАЙМОВА Е.Д. Поиск однотипных графиков нагрузки энергообъекта .....	20
ДЗЮБА М.А., ТАРАСЕНКО В.В., КОРЖОВ А.В. Метод определения статических характеристик нагрузки по напряжению с учетом ограничений по режимным параметрам и электробезопасности активного эксперимента .....	28
БОЛШАНИН Г.А. Амплитудные значения падающей и отраженной волн в линии электропередачи трехпроводного исполнения .....	36
ОМОРОВ Т.Т., ТАКЫРБАШЕВ Б.К., ОСМОНОВА Р.Ч., КОЙБАГАРОВ Т.Ж. Идентификация утечек тока в распределительных сетях по данным АСКУЭ .....	48

### Альтернативные источники энергии

СОЛОМИН Е.В., СИРОТКИН Е.А., БОДРОВА Е.С., ЧИНЕНОВ М.С. Дублирующая электрохимическая система торможения ветроэнергетической установки .....	55
МЕХТИЕВ А.Д., ЮГАЙ В.В., АЛЬКИНА А.Д., КАЛИАСКАРОВ Н.Б., ЕСЕНЖОЛОВ У.С. Много-топливная микротепловая электростанция мощностью 1–10 кВт для удаленных объектов сельской местности и фермерских хозяйств .....	62

### Электрохимические системы

ГЕЛЬВЕР Ф.А., САМОСЕЙКО В.Ф. Магнитные проводимости двухполюсной реактивной машины с анизотропной магнитной проводимостью ротора .....	71
ГАСИЯРОВ В.Р., БАСКОВ С.Н., ВОРОНИН С.С., ОДИНЦОВ К.Э. Ограничение динамических нагрузок электрохимических систем клетки прокатного стана за счет регулирования зазора валков .....	82
АЛТУНЯН Л.Л., ПЯТИБРАТОВ Г.Я., СУХЕНКО Н.А., ДАНЬШИНА А.А. Разработка и промышленное внедрение электрохимических силокомпенсирующих систем управления усилиями в исполнительных механизмах шарнирно-балансирных манипуляторов .....	96
НАКЛЕСКИН А.Г., ПОЗДНОВ М.В., ТВЕРДОХЛЕБОВ А.Я. Экспериментальное определение параметров магнитного сердечника и катушки индуктивности на его основе .....	105

# CONTENTS

## Electric Power Engineering

GOL'DSHTEYN M.E., ZHELNINA K.V. Features of Working and Postfault Operation Modes of Electrical Grids with Direct Current Transmission Based on Current and Voltage Source Converters .....	5
AVDEEVA M.M., ANANEV E.M., KOROVIN O.V., PODVIGIN S.V. Search Algorithm for the Optimal Parameters of Heat-Electric Fiber Protecting High Voltage Overhead Wires Against Icing .....	12
TAVLINTSEV A.S., SUVOROV A.A., STAYMOVA E.D. Searching for Typical Load Schedule of a Power Facility .....	20
DZIUBA M.A., TARASENKO V.V., KORZHOV A.V. Method for Determining of Voltage Steady-State Load Characteristics with Subject to the Limitation on Sensitive Parameters and Electrical Safety of Active Experiment .....	28
BOLSHANIN G.A. Amplitude Values of the Incident and Reflected Waves in the Three-Wire Electrical Transmission Line .....	36
OMOROV T.T., TAKYRBASHEV B.K., OSMONOVA R.CH., KOIBAGAROV T.Zh. Identification of Current Leakage in Distribution Networks Based on Automated Meter Reading and Control System (AMR) .....	48

## Alternative Sources of Energy

SOLOMIN E.V., SIROTKIN E.A., BODROVA E.S., CHINENOV M.S. Backup Electromechanical Brake System for the Wind Turbine .....	55
MEKHTIEV A.D., YUGAY V.V., AL'KINA A.D., KALIASKAROV N.B., ESENZHOLOV U.S. Multi-Fuel Micro-Thermal 1–10 kW Capacity Power Plant for Remote Rural Localities and Farm Sites .....	62

## Electromechanical Systems

GELVER F.A., SAMOSEYKO V.F. Magnetic Conductivity of a Two-Pole Reactive Machine with Anisotropic Magnetic Conductivity of a Rotor .....	71
GASIYAROV V.R., BASKOV S.N., VORONIN S.S., ODINTSOV K.E. Limitation of Dynamic Loads of Roll Steel Cells Electromechanical Systems by Means of Roll Adjustment .....	82
ALTUNYAN L.L., PYTIBRATOV G.Ya., SUKHENKO N.A., DANSHINA A.A. Development and Commercial Introduction of Electromechanical Force Compensation Control Systems in Articulated Balanced Manipulator Actuators .....	96
NAKLESKIN A.G., POZDNOV M.V., TVERDOKHLEBOV A.Ya. Experimental Determination of the Parameters of the Magnetic Core and Inductor on Its Basis .....	105