



# ВЕСТНИК

**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**2015  
Т. 15, № 1**

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

**СЕРИЯ**

**«ЭНЕРГЕТИКА»**

Решением ВАК России включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий

**Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального 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.  
Кульмухаметова А.С., к.т.н. (отв. секретарь)  
Радионов А.А., д.т.н., проф. (отв. редактор)

**Редакционный совет:**

Беспалов В.Я., д.т.н., проф.  
Браславский И.Я., д.т.н., проф.  
Бродов Ю.М., д.т.н., проф.  
Бутырин П.А., д.т.н., проф. член-корр. РАН  
Воронин С.Г., д.т.н., проф.  
Гладышев С.П., д.т.н., проф.  
Гольдштейн М.Е., к.т.н., проф.  
Гордон Я., Ph.D.  
Григорьев М.А., д.т.н., доц.  
Домрачев В.Г., д.т.н., проф.  
Исмагилов Ф.Р., д.т.н., проф.  
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.  
Колганов А.Р., д.т.н., проф.  
Крымский В.В., д.ф.-м.н., проф.  
Лятхер В.М., д.т.н., проф.  
Мещеряков В.Н., д.т.н., проф.  
Погуляев Ю.Д., д.т.н., проф.  
Пятибратов Г.Я., д.т.н., проф.  
Резник Л.Ф., Ph.D.  
Сарваров А.С., д.т.н., проф.  
Тума И., д.т.н., проф.  
Торопов Е.В., д.т.н., проф.  
Усынин Ю.С., д.т.н., проф.  
Фёдоров О.В., д.т.н., проф.  
Хохлов Ю.И., д.т.н., проф.  
Хусаинов Ш.Н., д.т.н., проф.  
Цытович Л.И., д.т.н., проф.  
Шевырёв Ю.В., д.т.н., доц.



# BULLETIN

OF THE SOUTH URAL  
STATE UNIVERSITY

SERIES

“POWER  
ENGINEERING”

2015

Vol. 15, no. 1

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.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Kulmukhametova A.S.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Radionov A.A.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

### Editorial Council:

**Bespalov V.Ya.**, Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russian Federation  
**Braslavskii I.Ya.**, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ural Power Engineering Institute, Yekaterinburg, Russian Federation  
**Brodov Yu.M.**, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ural Power Engineering Institute, Yekaterinburg, Russian Federation  
**Butyrin P.A.**, Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russian Federation  
**Voronin S.G.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Gladyshev S.P.**, Michigan-Dearborn University, Dearborn, United States of America  
**Goldshiteyn M.E.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;  
**Gordon Ya.**, HATCH, Mississauga, Ontario, Canada  
**Grigorev M.A.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Domrachev V.G.**, State Institute of Information Technologies and Telecommunications, Moscow, Russian Federation  
**Ismagilov F.R.**, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation  
**Karandaev A.S.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Kirpichnikova I.M.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Kodkin V.L.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**A.E. Kozyaruk**, National Mineral Resources University, Saint-Petersburg, Russian Federation  
**A.R. Kolganov**, Ivanovo Power Engineering Institute, Ivanovo, Russian Federation  
**Krymskiy V.V.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Lyatkher V.M.**, New Energitics Inc., Cleveland, United States of America  
**Meshcheryakov V.N.**, Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russian Federation  
**Pogulyaev Yu.D.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Pyatibratov G.Ya.**, Platov South-Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute), Novocherkassk, Russian Federation  
**Reznik L.**, Payton Group International, Rishon Lezion, Israel;  
**Sarvarov A.S.**, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation  
**Tuma J.**, Charles University, Prague, Czech Republic  
**Toropov E.V.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Usynin Yu.S.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Fedorov O.V.**, Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation  
**Khokhlov Yu.I.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Khusainov Sh.N.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Tsytoich L.I.**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation  
**Shevyrev Yu.V.**, National University of Science and Technology “MISIS” (MISIS), Moscow, Russian Federation

## СОДЕРЖАНИЕ

### Теплоэнергетика

ТОРОПОВ Е.В., ОСИНЦЕВ К.В. Адаптация дифференциального уравнения энергии к условиям топочных процессов в котельных агрегатах .....	5
--	---

### Электроэнергетика

ПАНКРАТОВ А.В., ПОЛИЩУК В.И., БАЦЕВА Н.Л. Экспериментальное определение статических характеристик нагрузки электроэнергетических систем .....	11
---	----

### Устройства аналоговой и цифровой электроники

МЕЩЕРЯКОВ В.Н., БАЙКОВ Д.В. Математический анализ и моделирование преобразователя частоты матричного типа с непосредственным управлением по методу пространственно-векторной модуляции .....	21
TSYTOVICH L.I., BRYLINA O.G., TYUGAEV A.V. The Way of Logical Data Transmission along a Single-Wire Communication Line on the Basis of Multizone Frequency-Width-Pulse Modulation .....	34

### Электромеханические системы

АРИСТОВ А.В., АРИСТОВА Л.И. Предельные характеристики оптико-механических систем со сканированием .....	41
КОЗЯРУК А.Е., ВАСИЛЬЕВ Б.Ю. Методы и средства повышения энергоэффективности машин и технологий с асинхронными электроприводами .....	47
МЕЩЕРЯКОВ В.Н., ТИТОВ С.С. Энергетические показатели электротехнического комплекса для симметричного индукционного нагрева металлоизделий шарообразной формы .....	54
РАДИОНОВ А.А., КАРАНДАЕВ А.С., ЕВДОКИМОВ А.С., АНДРЮШИН И.Ю., ГОСТЕВ А.Н., ШУБИН А.Г. Математическое моделирование взаимосвязанных электромеханических систем непрерывной подгруппы клеток прокатного стана. Часть. 1. Разработка математической модели .....	59
РАДИОНОВ А.А., МАКЛАКОВ А.С., ЧЕРНЫШЕВ А.Д. Использование мощных электроприводов на базе активных двунаправленных преобразователей в составе промышленной Smart Grid системы .....	74
ХРАМШИН Т.Р., АБДУЛВЕЛЕЕВ И.Р., КОРНИЛОВ Г.П. Обеспечение электромагнитной совместимости мощных электротехнических комплексов .....	82