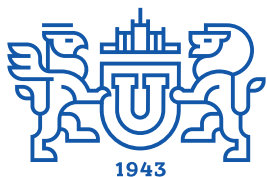


# ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**2018  
Т. 18, № 3**

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. 3

## “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

## Обзорные статьи

БОЛЬШЕВ В.Е., ВИНОГРАДОВ А.В. Обзор зарубежных источников по инфраструктуре интеллектуальных счётчиков .....	5
--	---

## Теплоэнергетика

ДОНСКОЙ И.Г. Численное исследование режимов газификации угля и биомассы в поточном газогенераторе с парокислородным дутьем .....	14
ТОРОПОВ Е.В. Адаптация степени черноты продуктов сгорания топлив к интервалу температур 1000...2000 К .....	22

## Электроэнергетика

САТТАРОВ Р.Р., ГАРАФУТДИНОВ Р.Р., ХАФИЗОВ Р.Р. Повышение надежности сетей 6–35 кВ путем применения метода STA/LTA .....	30
СЕМЕНОВА Н.Г., ЧЕРНОВА А.Д. Выбор предпочтительного решения по развитию электрических сетей на основе нейросетевых технологий .....	38
ГАЙНУЛЛИНА Л.Р., ТУТУБАЛИНА В.П. Газостойкость и термостабильность трансформаторных масел в электрическом поле .....	46
ПАНОВА Е.А., ВАРГАНОВА А.В. Алгоритм автоматизированного выбора схем электрических соединений открытых распределительных устройств напряжением 35–750 кВ в САПР «ОРУ CAD» .....	52
НИКОЛАЕВ А.А., АНОХИН В.В. Управление устройством РПН сетевого трансформатора с учетом режимов работы электросталеплавильного комплекса .....	61
ЗАЙНИШЕВ А.В., КРУГЛОВ Г.А., АВЕРЬЯНОВ Ю.И., КИРПИЧНИКОВА И.М., БУХТОЯРОВ В.Ф. Прогнозирование состояния производственного травматизма в электроэнергетическом комплексе Российской Федерации на основе анализа динамических свойств математической модели производственного коллектива .....	75

## Электромеханические системы

БРАСЛАВСКИЙ И.Я., МЕТЕЛЬКОВ В.П., ЕСАУЛКОВА Д.В., КОСТЫЛЕВ А.В. Оценка влияния колебаний нагрузки на ресурс изоляции асинхронных двигателей .....	81
МЕЩЕРЯКОВ В.Н., ДАНИЛОВ В.В. Ограничение колебаний электромагнитного момента асинхронного двигателя при скалярном частотном управлении .....	88
ДЕМЕНТЬЕВ Ю.Н., ГОНЧАРОВ В.И., НЕГОДИН К.Н., МЕШКОВ А.С., МИН ТУ АУНГ, СУЗДОРФ В.И. Функциональный синтез управления в однофазных электроприводах малой мощности .....	98

## CONTENTS

### Review Articles

BOLSHEV V.E., VINOGRADOV A.V. Foreign Experience on Advanced Metering Infrastructure Development .....	5
--	---

### Heat-Power Engineering

DONSKOY I.G. Numerical Investigation of Coal and Biomass Co-Gasification Regimes in Entrained-Flow Oxygen-Steam Blown Reactor .....	14
TOROPOV E.V. Adaptation of Combustion Products Emissivity Factor to the 1000...2000 K Temperature Interval .....	22

### Electric Power Engineering

SATTAROV R.R. GARAFUTDINOV R.R. KHAFIZOV R.R. Improving the Reliability of 6–35 kV Networks by Using STA/LTA Method .....	30
SEMENOVA N.G., CHERNOVA A.D. Selecting a Preferred Electrical Supply System Development Solution Based on Neural Networks Technology .....	38
GAINULLINA L.R., TUTUBALINA V.P. Gas Stability and Thermal Stability of Transformer Oils in Electric Fields .....	46
PANOVA Ye.A., VARGANOVA A.V. ORU-CAD Algorithm for Computer-Aided SLD Selection for 35- to 220-kV Outdoor Switchgears .....	52
NIKOLAEV A.A., ANOKHIN V.V. Controlling the On-Load tap Changer Control of a Step-Down Transformer Taking into Account the Operating Parameters of the Electric-Arc Steelmaking Facility .....	61
ZAINISHEV A.V., KRUGLOV G.A., AVERIANOV Yu.I., KIRPICHNIKOVA I.M., BUKHTOYAROV V.F. Prediction of Occupational Injuries in the Electric Power Complex of the Russian Federation on the Basis of the Analysis of the Dynamic Properties of the Mathematical Model of the Production Team .....	75

### Electromechanical Systems

BRASLAVSKIY I.Ya., METELKOV V.P., ESAULKOVA D.V., KOSTYLEV A.V. Evaluation of Load Fluctuations Impact on Induction Motors Insulation Resource .....	81
MESHCHERYAKOV V.N., DANILOV V.V. Limiting Electromagnetic Torque Fluctuations of an Induction Motor with Scalar Control .....	88
DEMENTYEV Yu.N., GONCHAROV V.I., NEGODIN K.N., MESHKOV A.S., MIN THU AUNG, SUSDORF V.I. Functional Control Synthesis of Single-Phase Low-Power Electric Drives .....	98