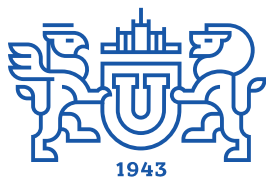


ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2018
Т. 18, № 1**

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. 1

“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

ЮШКОВ Н.В., ГУБАРЕВ В.Я. Исследование процесса тепломассообмена в пре-скруббере системы мокрой газоочистки доменного газа проекта компании Paul Wurth	5
ДУБИНИН А.М., ЧЕРЕПАНОВА Е.В., ТУПОНОГОВ В.Г., ГРИЦУК С.А., ЕМЕЛЬЯНОВА А.А. Термохимический реактор восстановительных атмосфер с окислением части продуктов паровой конверсии метана	12

Электроэнергетика

НЕСТЕРОВ А.С., ВАСИЛЬЕВ П.Ф., КОБЫЛИН В.П. Анализ и расчет пропускной способности воздушных линий электропередачи	21
ВОРОНОВ П.Л. Особенности применения матриц преобразования и уравнений связи при анализе несимметричных повреждений	27
ГОЛЬДШТЕЙН М.Е., ПОСНОВ А.А., ПОСНОВА А.Д. Адаптивная кратность форсировки по току синхронных генераторов с тиристорными системами самовозбуждения	38
ОМОРОВ Т.Т., ОСМОНОВА Р.Ч., КОЙБАГАРОВ Т.Ж. Параметрическая идентификация распределительной сети в составе АСКУЭ	46
ОСАК А.Б., БУЗИНА Е.Я. Метод и программное обеспечение для оценивания состояния параметров режима энергорайона	53
ДМИТРИЕВ А.В., ДМИТРИЕВА О.С., МАДЫШЕВ И.Н. Использование дополнительного охлаждения масляных трансформаторов при совместной работе термоэлектрических преобразователей и грунтовых теплообменников	61
ФЕДОРОВ А.В. Твердотельные источники энергии установок СВЧ диэлектрического нагрева	68

Преобразовательная техника

ГОЛЕМБИОВСКИЙ Ю.М., ТОМАШЕВСКИЙ Ю.Б., ЩЕРБАКОВ А.А., ЛУКОВ Д.Ю., СТАРКОВ А.В. Автономный однофазный инвертор с высоким качеством выходного напряжения	75
УДОВИЧЕНКО А.В., ГРИШАНОВ Е.В., ДЫБКО М.А., КУЧАК С.В., БРОВАНОВ С.В. Математическая модель для анализа электромагнитных процессов в многозонном полупроводниковом преобразователе	82
МАКЛАКОВ А.С. Гибридный алгоритм модуляции на основе пространственно-векторной ШИМ и ШИМ с удалением выделенных гармоник	92

Электромеханические системы

KHRAMSHIN V.R., GASIMYAROV V.R., KARANDAEV A.S., BASKOV S.N., LOGINOV B.M. Constraining the Dynamic Torque of a Rolling Mill Stand Drive	101
НЕУСТРОЕВ Н.И., КОТОВ А.А., КИЕСИ И.Е. Применение системы автоматического проектирования ANSYS Maxwell для количественной оценки влияния эффекта вытеснения тока в электрических машинах переменного тока	112
КОЗЯРУК А.Е., ВАСИЛЬЕВ Б.Ю., ЯЦЕНКО Ю.О., ИВАНОВСКИЙ А.И. Математическое и имитационное моделирование электропривода с преобразователем частоты нефтегазового оборудования	122
КУЛАКОВСКИЙ Ю.М., АРИСТОВ А.В. Определение влияния параметров источника питания на резонансный режим работы вентильного электропривода колебательного движения	133

Краткие сообщения

НИЗАМУТДИНОВА Н.С., КИРПИЧНИКОВА И.М., ПТАШКИНА-ГИРИНА О.С. Мировой и российский опыт применения государственной поддержки возобновляемой энергетики	140
--	-----

CONTENTS

Heat-Power Engineering

YUSHKOV N.V., GUBAREV V.Ya. Studying the Process of Heat and Mass Transfer in the Pre-Scrubber of Blast-Furnace Gas Wet Scrubbing System Designed by Paul Wurth Co.	5
DUBININ A.M., CHEREPANOVA E.V., TUPONOGOV V.G., GRITSUK S.A., EMEL'YANOVA A.A. Reducing-Atmosphere Thermochemical Reactor with Partial Oxidation of Methane Steam Reforming Products	12

Electric Power Engineering

NESTEROV A.S., VASILYEV P.F., KOBYLIN V.P. Calculation and Analysis of Overhead Transmission Line Capacity	21
VORONOV P.L. On Using Transformation Matrices and Constraint Equations for Analysis of Non-Symmetric Faults	27
GOL'DSHTEIN M.E., POSNOV A.A., POSNOVA A.D. Adaptive ratio of Current Forcing of Synchronous Generators with Thyristor Self-Excitation System	38
OMOROV T.T., OSMONOVA R.CH., KOIBAGAROV T.Zh. Parametric Identification of a Distribution Network as Part of ASCME	46
OSAK A.B., BUZINA E.Ya. Method and Software for Identifying the Parameters of a Power District	53
DMITRIEV A.V., DMITRIEVA O.S., MADYSHEV I.N. Use of Additional Cooling of Oil Transformers in the Joint Operation of Thermoelectric Converters and Ground-Coupled Heat Exchangers	61
FEDOROV A.V. Solid State RF Energy Sources of Dielectric Heating Installations	68

Converting Technology

GOLEMBIOVSKY Yu.M., TOMASHEVSKY Yu.B., SCHERBAKOV A.A., LUKOV D.Yu., Starkov A.V. Autonomous Single-Phase Inverter with High Quality of Output Voltage	75
UDOVICHENKO A.V., GRISHANOV E.V., DYBKO M.A., KUCHAK S.V., BROVANOV S.V. Mathematical Model for Electromagnetic Processes Analysis in Semiconductor Converters	82
MAKLAKOV A.S. Hybrid Modulation Based on SHEPWM and SVPWM	92

Electromechanical Systems

KHRAMSHIN V.R., GASIYAROV V.R., KARANDAEV A.S., BASKOV S.N., LOGINOV B.M. Constraining the Dynamic Torque of a Rolling Mill Stand Drive	101
NEUSTROEV N.I., KOTOV A.A., KIESSH I.E. Using the ANSYS Maxwell Cad system for Quantitative Evaluation of the Current Displacement Effect in AC Machines	112
KOZYARUK A.E., VASIL'EV B.Yu., YATSENKO Yu.O., IVANOVSKIY A.I. Mathematical and Imitation Modelling of Bearing Currents Driving Machines in Oil & Gas Equipment Semiconductor Transformer Drives	122
KULAKOVSKIY Yu.M., ARISTOV A.V. How Power Supply Parameters Affect the Resonant State of Oscillatory BLDC Drives	133

Brief Reports

NIZAMUTDINOVA N.S., KIRPICHNIKOVA I.M., PTASHKINA-GIRINA O.S. World and Russian Experience of the Renewable Energy State Support Application	140
--	-----