



ВЕСТНИК

**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2016
Т. 16, № 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.
Радионон А.А., д.т.н., проф. (*отв. редактор*)
Функ Т.А., к.т.н., доц. (*отв. секретарь*)

Редакционный совет:

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)
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)
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)
Крымский В.В., д.ф.-м.н., проф.
Лятхер В.М., д.т.н., проф. (Кливленд, США)
Мещеряков В.Н., д.т.н., проф. (Липецк)
Погуляев Ю.Д., д.т.н., проф.
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.
Цытович Л.И., д.т.н., проф.
Шевырёв Ю.В., д.т.н., доц. (Москва)



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

SERIES

“POWER
ENGINEERING”

2016

Vol. 16, no. 4

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., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Funk T.A., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Editorial Council:

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
Brodiv 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
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.), 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
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
Krymskiy V.V., Dr. Sci. (Phys. and Math.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Lyatkher V.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof., New Energistics Inc., Cleveland, United States of America
Meshcheryakov V.N., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russian Federation
Pogulyaev Yu.D., Dr. Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, 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
Tsytoich L.L., 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

КАГРАМАНОВ Ю.А., ТУПОНОГОВ В.Г., РЫЖКОВ А.Ф. Разработка системы глубокой сероочистки синтез-газов	5
---	---

Электроэнергетика

ГАЗИЗОВА О.В., МАЛАФЕЕВ А.В., КОНДРАШОВА Ю.Н. Определение предельных параметров режимов для обеспечения успешной ресинхронизации объектов распределенной генерации в условиях предприятия черной металлургии	12
САВИНА Н.В., БОДРУГ Н.С. Разработка модели электрической сети для управления качеством электрической энергии	23
АЙМЕТОВ И.О., ЛОГАЧЁВА А.Г., ХАСАНОВ Ш.Р. Импортозамещение электродвигателей	32
ГОЛЬДШТЕЙН М.Е., ЕГОРОВ И.С. Оценка быстродействия энергоблоков «синхронный генератор – ОРПМ» при регулировании напряжения в схемах выдачи мощности электростанций	39
НЕСТЕРОВ А.С., ЛЕБЕДЕВ М.П., КОБЫЛИН В.П., ВАСИЛЬЕВ П.Ф., ДАВЫДОВ Г.И., ХОЮТАНОВ А.М. Повышение эффективности эксплуатации воздушных линий электропередачи с резервной фазой	45

Преобразовательная техника

МАКЛАКОВ А.С. Математическое описание трехуровневого преобразователя частоты с фиксированной нейтралью на базе активного выпрямителя и автономного инвертора напряжения	49
---	----

Устройства аналоговой и цифровой электроники

<u>ЦЫТОВИЧ Л.И.</u> , БРЫЛИНА О.Г. Многозонные частотно-широотно-импульсные интегрирующие регуляторы с «эстафетными» алгоритмами работы релейных элементов	60
--	----

Электромеханические системы

ГОРОЖАНКИН А.Н., ГРЫЗЛОВ А.А., ЧУПИН Е.С., ХАЯТОВ Е.С. Обобщенная аналитическая математическая модель электромеханического преобразователя как объекта управления	72
ТАТАРИНОВ Д.Е., КОЗЯРУК А.Е. Алгоритмические методы обеспечения электромеханической совместимости асинхронных электроприводов при питании от преобразователей частоты	77
ВЕЧЕРКИН М.В., САРВАРОВ А.С., МАКАРОВ А.В., ФАХРИТДИНОВА Г.М. Оценка колебательной составляющей переходного момента и выбор времени переключения на сеть при реакторном пуске высоковольтных асинхронных электроприводов	84

Краткие сообщения

ГОЛДОБИН Ю.М., КУЗНЕЦОВ П.С. О сжигании распыленного жидкого топлива	91
--	----

От редакционной коллегии

Памяти Леонида Игнатьевича Цытовича (1946–2016)	95
---	----

CONTENTS

Heat-Power Engineering

KAGRAMANOV Yu.A., TUPONOGOV V.G., RYZHKOV A.F. Design of Synthesis Gas Deep Desulfurization System	5
--	---

Electric Power Engineering

GAZIZOVA O.V., MALAFEYEV A.V., KONGRASHOV Yu. N. Determination of Limit Mode Parameters to Ensure Successful Resynchronization of Distributed Generation Units at Iron and Steel Works	12
SAVINA N.V., BODRUG N.S. Development of Electrical Network Model for Control of Power Quality	23
AYMETOV I.O., LOGACHEVA A.G., HASANOV S.R. Electric Motor Import Substitution	32
GOL'DSHTEYN M.E., EGOROV I.S. Evaluation of Voltage Control Speed of the Synchronous Generator – UPFC Units in Power Distribution Schemes of Power Plants	39
NESTEROV A.S., LEBEDEV M.P., KOBYLIN V.P., VASILYEV P.F., DAVYDOV G.I., KHOIUTANOV A.M. Increasing Operational Efficiency of Overhead Power Lines with Back-Up Phase	45

Converting Technology

MAKLAKOV A.S. Mathematical Description of 3L NPC Back-to-Back Converter	49
---	----

Analog and Digital Electronic Device

<u>TSYTOVICH L.I.</u> , BRYLINA O.G. Multizone Frequency-Width-Pulse Integrating Regulators with Relay Algorithm	60
--	----

Electromechanical Systems

GOROZHANKIN A.N., GRYZLOV A.A., CHUPIN E.S., KHAYATOV E.S. A Generalized Analytic Mathematical Model of the Electromechanical Converter as a Control Object	72
TATARINOV D.E., KOZYARUK A.E. Algorithmic Methods of Providing Electromechanical Compatibility in Asynchronous Drive with Variable-Frequency Power Supply	77
VECHERKIN M.V., SARVAROV A.S., MAKAROV A.V., FAKHRITDINOVA G.M. Assessment of Oscillating Component of Transient Moment and Selection of Network Supply Switchover Time at Reactor Start of High-Voltage Asynchronous Electric Drives	84

Brief Reports

GOLDOBIN Yu.M., KUZNETSOV P.S. About Atomized Liquid Fuel Burning	91
---	----

From the Editorial Board

In Memory of Leonid Ignat'evich Tsytoovich (1946–2016)	95
--	----