

ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2021
Т. 21, № 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:

Радионов А.А., д.т.н., проф. (*главный редактор*)
(Челябинск)
Функ Т.А., к.т.н., доц. (*ответственный секретарь*)
(Челябинск)

Редакционный совет:

Агапитов Е.Б., д.т.н., доц. (Магнитогорск)
Алюков С.В., д.т.н., доц. (Челябинск)
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. (Челябинск)
Воронин С.Г., д.т.н., проф. (Челябинск)
Ганджа С.А., д.т.н., проф. (Челябинск)
Гладышев С.П., д.т.н., проф. (Дирборн, США)
Гольдштейн М.Е., к.т.н., проф. (Челябинск)
Гордон Я., Ph.D. (Миссиссога, Канада)
Горожанкин А.Н., к.т.н., доц. (Челябинск)
Григорьев М.А., д.т.н., доц. (Челябинск)
Дзюба М.А., к.т.н., доц. (Челябинск)

Домрачев В.Г., д.т.н., проф. (Москва)
Дудкин М.М., д.т.н., доц. (Челябинск)
Исмагилов Ф.Р., д.т.н., проф. (Уфа)
Карандаев А.С., д.т.н., проф. (Челябинск)
Кирпичникова И.М., д.т.н., проф.
Кодкин В.Л., д.т.н., проф. (Челябинск)
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. (Екатеринбург)
Фёдоров О.В., д.т.н., проф. (Нижний Новгород)
Хохлов Ю.И., д.т.н., проф. (Челябинск)
Хусаинов Ш.Н., д.т.н., проф. (Челябинск)
Шевырёв Ю.В., д.т.н., доц. (Москва)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2021



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

SERIES

2021

Vol. 21, 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:

Radionov A.A., Dr. of 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:

Agapitov E.B., Dr. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation
Aliukov S.V., Dr. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Bespalov V.Ya., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russian Federation
Braslavskii I.Ya., Dr. of 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. of 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. of 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. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Gandzha S.A., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Gladyshev S.P., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Michigan-Dearborn University, Dearborn, United States of America
Goldsteyn M.E., Cand. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Gordon Ya., Ph.D., HATCH, Mississauga, Ontario, Canada
Gorozhankin A.N., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Grigorev M.A., Dr. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Dzyuba M.A., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Domrachev V.G., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., State Institute of Information Technologies and Telecommunications, Moscow, Russian Federation
Dudkin M.M., Dr. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Ismagilov F.R., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation
Karandaev A.S., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Kirpichnikova I.M., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Kodkin V.L., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Kozyaruk A.E., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., National Mineral Resources University, Saint-Petersburg, Russian Federation
Kolganov A.R., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Ivanovo Power Engineering Institute, Ivanovo, Russian Federation
Kornilov G.P., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation
Kulikova L.V., Dr. of 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. of Sci. (Eng.), Prof., New Energitics Inc., Cleveland, United States of America
Meshcheryakov V.N., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russian Federation
Pyatibratov G.Ya., Dr. of 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. of Sci. (Eng.), Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation
Tuma J., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Charles University, Prague, Czech Republic
Toropov E.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., LLC Research and Production Company “UralTermoComplex”, Ekaterinburg, Russian Federation
Fedorov O.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Khokhlov Yu.I., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Khusainov Sh.N., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Shevyrev Yu.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., National University of Science and Technology “MISIS” (MISIS), Moscow, Russian Federation

СОДЕРЖАНИЕ

Теплоэнергетика

ТАТАРИНЦЕВ В.А. Повышение эффективности работы теплообменных аппаратов с внутритрубными отложениями	5
ТОРОПОВ Е.В., ЛЫМБИНА Л.Е. Цифровая модель теплового баланса котла	14
БОРОДКИН С.В., БАТАРОНОВ И.Л., ИВАНОВ А.В., РЯЖСКИХ В.И. Моделирование и оптимизация теплообмена в криогенных газификаторах на примере газификационной установки СГУ-7КМ-У	24

Электроэнергетика

ГАЗИЗОВА О.В. Особенности применения метода последовательного утяжеления при анализе статической устойчивости источников распределенной генерации	31
---	----

Альтернативные источники энергии

ЛЯШЕНКО Ю.М., ПРУДИЙ А.В. Исследование влияния движения звеньев механического преобразователя дорожной энергетической установки на функционирование генератора	41
СУСЛОВ Д.А., ЛИТВИНОВ И.В., ГОРЕЛИКОВ Е.Ю. Сравнительный анализ пульсаций давления, вызванных спирально-вихревыми структурами в проточной части модели гидротурбины	49
SOLOGUBOV A.Yu., KIRPICHNIKOVA I.M. Multivariable Control of Solar Battery Power: Electrotechnical Complex as Object with Hessian-Driven Gradient Flows	57
ДАВЫДОВ Д.Ю., ОБУХОВ С.Г. Оптимизация кабельной сети сбора мощности морских ветроэлектростанций с применением параметризованного эвристического алгоритма	66
КОЖЕВНИКОВ Е.Е., ВАХРУШЕВ А.С. Использование гидроэнергетического потенциала стока рек горнозаводской зоны для развития гидроэнергетики Челябинской области	76
АМИРГАЛИЕВ Е.Н., КУНЕЛБАЕВ М.М., СУНДЕТОВ Т.Р. Разработка автоматизированного контроллера управления для системы солнечного теплоснабжения	83

Устройства аналоговой и цифровой электроники

БРЯКИН И.В., БОЧКАРЕВ И.В. Феррозондовые магнитометры с новым способом возбуждения на основе магнитоэлектрического взаимодействия	90
---	----

Электромеханические системы

ЛОГИНОВА Н.А., КОДКИН В.Л., БАЛДЕНКОВ А.А. Цифровая коррекция алгоритмов управления асинхронными электроприводами с частотным управлением, применяемых в транспортных механизмах линий непрерывного производства	102
--	-----

CONTENTS

Heat-Power Engineering

TATARINTSEV V.A. Increasing the Operation Efficiency of Heat Exchangers with Inner Pipe Deposits	5
TOROPOV E.V., LYMBINA L.E. Digital Model of Boiler Heat Balance	14
BORODKIN S.V., BATARONOV I.L., IVANOV A.V., RYAZHSEKIKH V.I. Modeling and Optimization of Heat Transfer in Cryogenic Gasifiers: Case of an SGU-7KM-U Gasification Unit	24

Electric Power Engineering

GAZIZOVA O.V. Specifics of Gradual Transition to Post-Emergency Parameters for Static Stability Testing of Distributed Generation Facilities	31
--	----

Alternative Sources of Energy

LYASHENKO Yu.M., PRUDIY A.V. Research into the Impact of Road Power Energy System Mechanical Converter Links Motion on Generator Operation	41
SUSLOV D.A., LITVINOV I.V., GORELIKOV E.Yu. Comparative Analysis of Pressure Pulsations Caused by Spiral-Vortex Structures in the Flow Part of the Hydraulic Turbine Model	49
SOLOGUBOV A.Yu., KIRPICHNIKOVA I.M. Multivariable Control of Solar Battery Power: Electrotechnical Complex as Object with Hessian-Driven Gradient Flows	57
DAVYDOV D.Yu., OBUKHOV S.G. Parameterized Savings Heuristic for Optimizing Infield Cable Routing of Offshore Wind Farms	66
KOZHEVNIKOV E.E., VAKHRUSHEV A.S. Utilizing the Hydropower of Rivers in the Mining Zone to Advance Hydropower Engineering in Chelyabinsk Region	76
AMIRGALIYEV E.N., KUNELBAYEV M.M., SUNDETOV T.S. Developing an Automated Controller for a Solar Heating System	83

Analog and Digital Electronic Device

BRYAKIN I.V., BOCHKAREV I.V. Fluxgate Magnetometers with a New Excitation Method Based on Magnetoelectric Interaction	90
---	----

Electromechanical Systems

LOGINOVA N.A., KODKIN V.L., BALDENKOV A.A. Digital Adjustment of Control Algorithms for Asynchronous Variable Frequency Drives Used in Transports of Continuous Production lines	102
--	-----