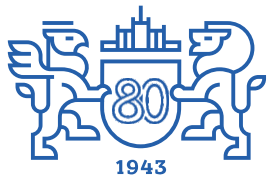


ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2023
Т. 23, № 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:

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

Редакционный совет:

Аверьянов Ю.И., д.т.н., проф. (Челябинск)
Алюков С.В., д.т.н., доц. (Челябинск)
Беспалов В.Я., д.т.н., проф. (Москва)
Богданов А.В., д.т.н., доц. (Челябинск)
Бутырин П.А., д.т.н., проф., чл.-корр. РАН
(Москва)
Бухтояров В.Ф., д.т.н., проф. (Челябинск)
Валеев Р.Г., к.т.н., доц. (Челябинск)
Ганджа С.А., д.т.н., проф. (Челябинск)
Гладышев С.П., д.т.н., проф. (Дирборн, США)
Гордон Я., Ph.D. (Миссиссога, Канада)
Горожанкин А.Н., к.т.н., доц. (Челябинск)
Грунтович Над.В., д.т.н., проф. (Гомель,
Республика Беларусь)
Дзюба М.А., к.т.н., доц. (Челябинск)

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)
Колганов А.Р., д.т.н., проф. (Иваново)
Корнилов Г.П., д.т.н., проф. (Магнитогорск)
Кравчук И.Л., д.т.н., проф. (Челябинск)
Куликова Л.В., д.т.н., проф., чл.-корр. САН ВШ
(Барнаул)
Лятхер В.М., д.т.н., проф. (Кливленд, США)
Мешеряков В.Н., д.т.н., проф. (Липецк)
Осинцев К.В., к.т.н., доц. (Челябинск)
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)
Сидоров А.И., д.т.н., проф. (Челябинск)
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)
Шевырёв Ю.В., д.т.н., доц. (Москва)



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

SERIES

2023

Vol. 23, no. 4

“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:

Grigorev M.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:

Aver'yanov Yu.I., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, 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

Bogdanov A.V., Dr. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, 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

Bukhtoyarov V.F., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Valeev R.G., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. 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

Gordon Ya., Ph.D., HATCH, Mississauga, Ontario, Canada

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

Gruntovich Nad.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Sukhoi State Technical University of Gomel, Gomel, Republic of Belarus

Dzyuba M.A., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, 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

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

Kravchuk I.L., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, 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

Osintsev K.V., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, 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

Sidorov A.I., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, 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

Shevyrev Yu.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., National University of Science and Technology “MISIS” (MISIS), Moscow, Russian Federation

СОДЕРЖАНИЕ

Электроэнергетика

КОРЖОВ А.В., САФОНОВ В.И., БАБАЕВ Р.М. о., КОРОСТЕЛЕВ Я.Е. Анализ статистики технологических нарушений в кабельных распределительных сетях 6 (10) кВ	5
--	---

Электротехнические комплексы и системы

ВОРОНИН С.Г., КУЛЁВА Н.Ю., ШАБУРОВ П.О., ЧЕРНЫШЕВ А.Д. Исследование электромагнитного КПД и пульсаций момента вентильного двигателя с дискретной коммутацией обмотки при несинусоидальной форме ЭДС	14
ПИНЧУКОВ П.С., МАКАШЕВА С.И. Повышение устойчивости функционирования дистанционной защиты фидеров контактной сети переменного тока	24
ШИШКОВ А.Н., ДУДКИН М.М., ЛЕ В.К., ЕРЕМИН Н.А. Алгоритм пространственно-векторной ШИМ с гибридной последовательностью переключений для регулируемых электроприводов переменного тока на базе трехуровневого инвертора напряжения	34
ТУТАЕВ Г.М., БЕЗБОРОДОВ Е.С. Анализ возможности применения тепловых моделей асинхронных двигателей для оценки теплового состояния машины двойного питания	47
МАКСИМОВ Н.М., ГОЛОВАНЬ И.Н., КУШНАРЕВ В.А., БУХТОЯРОВ В.Ф. Повышение энергоэффективности асинхронной электрической машины за счет оптимизации удельных показателей	54
САВОСТЕЕНКО Н.В., БУХТОЯРОВ В.Ф., ХРЮКИН Д.Ю., КУШНАРЕВ В.А. Параметрическая оптимизация синхронных реактивных электрических машин	61
СЫЧЕВ Д.А., КУШНАРЕВ В.А., ГРИГОРЬЕВ М.А., БУХТОЯРОВ В.Ф., ТУЛЕГЕНОВ Е.М. Выбор параметров силового электрооборудования станов холодной прокатки труб	66

Теплотехника

ПАПИН В.В., БЕЗУГЛОВ Р.В., ДОБРЫДНЕВ Д.В., ДЬЯКОНОВ Е.М., ШМАКОВ А.С. Техничко-экономический анализ применения энергокомплекса в качестве установки для теплоснабжения и его сравнение с основными конкурентами	75
ХАБАРОВА Д.Ф., ИСМАГИЛОВ А.Р., ИСМАГИЛОВ Д.Р. Исследование влияния геометрических параметров направляющего аппарата на энергетическую эффективность пневматического затвора теплообменных реакторов	86

CONTENTS

Electric power engineering

KORZHOV A.V., SAFONOV V.I., BABAYEV R.M.o., KOROSTELEV I.E. An analysis of the statistics of technological disruptions in a medium voltage cable distribution network	5
---	---

Electrotechnical complexes and systems

VORONIN S.G., KULEVA N.Yu., SHABUROV P.O., CHERNYSHEV A.D. The electromagnetic efficiency and moment pulsations of a valve motor with discrete winding switching with non-sinusoidal EMF	14
PINCHUKOV P.S., MAKASHEVA S.I. Increasing the operation stability of the remote protection of an AC traction system	24
SHISHKOV A.N., DUDKIN M.M., LE V.K., EREMIN N.A. A space-vector PWM algorithm with a hybrid switching sequence for regulated AC electric drives based on a three-level voltage inverter	34
TUTAEV G.M., BEZBORODOV E.S. An analysis of the possibility of applying thermal models of asynchronous motors to assess the thermal state of a doubly fed machine	47
MAKSIMOV N.M., GOLOVAN' I.N., KUSHNAREV V.A., BUKHTOYAROV V.F. Increasing the energy efficiency of an induction motor by optimizing specific indicators	54
SAVOSTEENKO N.V., BUKHTOYAROV V.F., KHRIUKIN D.Yu., KUSHNAREV V.A. The parametric optimization of a field-regulated reluctance motor	61
SYCHEV D.A., KUSHNAREV V.A., GRIGOREV M.A., BUKHTOYAROV V.F., TULEGENOV E.M. The identification of the parameters of power electrical equipment for pipe cold rolling mills	66

Heat engineering

PAPIN V.V., BEZUGLOV R.V., DOBRYDNEV D.V., DYAKONOV E.M., SHMAKOV A.S. Technical and economic analysis of the application of an energy complex as a heat supply unit and its comparison with the main competitors	75
KHABAROVA D.F., ISMAGILOV A.R., ISMAGILOV D.R. The influence of the geometric parameters of the guide vanes on the energy efficiency of a pneumatic gate valve for heat mass transfer reactors	86