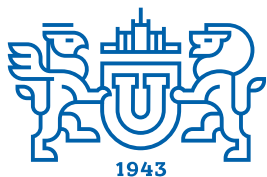


ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2022
Т. 22, № 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)
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)
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)
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)
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)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2022



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

SERIES

2022

Vol. 22, 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
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
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
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
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

КОЛЕСНИКОВ И.Е., ГОРШКОВ К.Е., КОРЖОВ А.В. Математическая модель нагрева токопроводящей жилы силового кабеля для учета электротепловых процессов в цифровых двойниках кабельных линий	5
КАППЕС А.Д., ТЕПИКИН Я.Е., АПРОСИН К.И., ГАЙДАМАКИН Ф.Н. Исследование необходимости учета насыщенных параметров при моделировании генератора на основе данных СВИ	15

Электротехнические комплексы и системы

КАРАНДАЕВ А.С., ЛОГИНОВ Б.М., БОДРОВ Е.Г., ХРАМШИН В.Р., САМОДУРОВА М.Н. Наблюдатель упругого момента двухмассовой электромеханической системы	23
ВЕЧЕРКИН М.В., САРВАРОВ А.С., РОМАНОВА И.П., БОГАЧЕВА И.Ю., ОСКОЛКОВ С.В. Методика сравнения энергоэффективности способов регулирования производительности воздухоподувной станции	34
ВОРОНИН С.Г., КЛИНАЧЕВ Н.В., КУЛЁВА Н.Ю., ЧЕРНЫШЕВ А.Д. Векторное управление электроприводом на основе вентильного двигателя с дискретной коммутацией обмотки	42
ХРЮКИН Д.Ю., ТУЛЕГЕНОВ Е.М., СЕМЕНОВА К.Д., КУШНАРЕВ В.А., СЫЧЕВ Д.А. Оптимизация электроприводов переменного тока промышленных механизмов	53
САВОСТЕЕНКО Н.В., МАКСИМОВ Н.М., БЛАГОВ М.С., ПОСАДНОВ А.Е. Разработка синхронной реактивной машины с высокими удельными показателями для промышленных электроприводов	60
ВАЛИУЛЛИН К.Р., ТУШЕВ С.И. Математическая модель нагрева асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором на основе эквивалентной тепловой схемы	67

Теплотехника

ГУБАРЕВ В.Я., АРЗАМАСЦЕВ А.Г., КАРТЕЛЬ А.Ю. Исследование режимов работы схем с детандер-генераторными агрегатами на когенерационных котельных с газопоршневыми двигателями внутреннего сгорания	77
---	----

CONTENTS

Electric power engineering

KOLESNIKOV I.E., GORSHKOV K.E., KORZHOV A.V. A mathematical model of a power cable current-conducting core heating taking into account electrothermal processes in cable line digital twins	5
KAPPES A.D., TEPIKIN Ya.E., APROSIN K.I., GAIDAMAKIN F.N. Importance of saturation usage for generator digital modeling based on PMU data	15

Electrotechnical complexes and systems

KARANDAEV A.S., LOGINOV B.M., BODROV E.G., KHRAMSHIN V.R., SAMODUROVA M.N. Elastic torque observer of a two-mass electromechanical system	23
VECHERKIN M.V., SARVAROV A.S., ROMANOVA I.P., BOGACHEVA I.Yu., OSKOLKOV S.V. Methodology for comparing the energy efficiency of methods for regulating the performance of a blower station	34
VORONIN S.G., KLINACHEV N.V., KULEVA N.Yu., CHERNYSHEV A.D. Vector control of an electric drive based on a thyatron motor with discrete winding commutation	42
KHRIUKIN D.Yu., TULEGENOV E.M., SEMENOVA K.D., KUSHNAREV V.A., SYCHEV D.A. Optimization of electric drives of industrial mechanisms	53
SAVOSTEENKO N.V., MAKSIMOV N.M., BLAGOV M.S., POSADNOV A.E. Development of a synchronous reactive machine with high specific indicators for industrial electric drives	60
VALIULLIN K.R., TUSHEV S.I. Mathematical model of heating an asynchronous motor with a squirrel-cage rotor based on an equivalent thermal circuit	67

Heat engineering

GUBAREV V.Ya., ARZAMASTSEV A.G., KARTEL A.Yu. Investigation of operating modes of circuits with expander-generator units in cogeneration boilers with gas-piston internal combustion engines	77
--	----