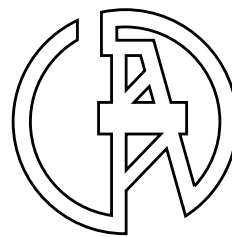


ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УГНТУ

№ 2, т. 18, 2022

Журнал основан в 2005 году. Выходит 4 раза в год.

Учредитель

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ)

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Международный стандартный серийный номер ISSN 1999-5458.

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Главный редактор:
М.И. Хакимьянов — д-р техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»
(г. Уфа, Российская Федерация)

Члены редакционной коллегии:

К. Лингфей — Ph. D, профессор
«Нанкинский университет авиации и астронавтики»
(г. Нанкин, Китай)

А. Вахеда — Ph. D, профессор
«Иранский университет науки и технологий»
(г. Тегеран, Иран)

В.М. Артюшенко — д-р техн. наук, профессор
ГБОУ ВО МО «Технологический университет»
(г. Москва, Российская Федерация)

М.А. Ураксеев — д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный
технический университет» (г. Уфа, Российская Федерация)

М.Ю. Долوماتов — д-р хим. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» (г. Уфа, Российская Федерация)

Н.А. Феоктистов — д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
дизайна и технологий» (г. Москва, Российская Федерация)

В.Г. Крымский — д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» (г. Уфа, Российская Федерация)

Ф.Ф. Хизбуллин — д-р хим. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» (г. Уфа, Российская Федерация)

В.Г. Кушнир — д-р техн. наук, профессор
Костанайского регионального университета
имени Ахмета Байтурсынова (г. Костанай, Казахстан)

В.А. Шабанов — канд. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» (г. Уфа, Российская Федерация)



Зам. главного редактора:

Зам. главного редактора:
Р.Т. Хазиева — канд. техн. наук
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»
(г. Уфа, Российская Федерация)

С.В. Павлов — д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный авиационный технический
университет» (г. Уфа, Российская Федерация)

Р.Р. Сафин — д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
(г. Уфа, Российская Федерация)

И. Цицмане — д-р техн. наук, профессор
Рижского технического университета, эксперт научного
совета Латвийской академии наук (г. Рига, Латвия)

А.С. Глазырин — д-р техн. наук, профессор ФГАОУ ВО
«Национальный исследовательский Томский политехнический
университет» (г. Томск, Российская Федерация)

М.А. Григорьев — д-р техн. наук, профессор
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
(г. Челябинск, Российская Федерация)

В.П. Метельков — д-р техн. наук, профессор
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
(г. Екатеринбург, Российская Федерация)

А.А. Николаев — канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск, Российская Федерация)

А.Б. Петровичев — д-р техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
(г. Пермь, Российская Федерация)

Р.Р. Саттаров — д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный авиационный технический
университет» (г. Уфа, Российская Федерация)

Ответственный секретарь: П. И. Васильев
Технический редактор: С. В. Халитова



Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Доступ и подписка на электронную версию журнала — на сайте www.ugnet.ru
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-67387 от 05.10.2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

© Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2022.

Адрес редакции и издательства: 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1
Тел.: (347) 243-16-19, ies.rusoil.net

Цена свободная. 12+

Подписано в печать 14.04.2022 г. Формат 60×84/8. Печать офсетная. Усл. печ. л. 20.93.

Тираж 1 000 экз. Заказ № 52.

Адрес типографии: 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Электротехнические и информационные комплексы и системы», допускается только с письменного разрешения редакции.

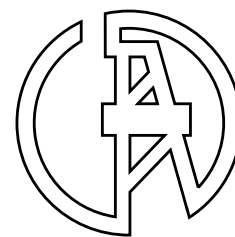
Материалы приводятся в авторской редакции.

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Отпечатано в типографии издательства УГНТУ с готовых электронных файлов.

ELECTRICAL AND DATA PROCESSING FACILITIES AND SYSTEMS

UFA STATE PETROLEUM TECHNOLOGICAL UNIVERSITY



USPTU

№ 2, v. 18, 2022

The journal was founded in 2005. Issued 4 times a year.

Founder

Federal State-Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technological University» (USPTU)

The journal is included in the «List of peer-reviewed scientific publications, which should be published basic scientific results of theses on competition of a scientific degree of candidate of Sciences, on competition of a scientific degree of the doctor of Sciences».

International standard serial number ISSN 1999-5458.

Editorial board:

Editor-in-chief:

M.I. Khakimyanov — Dr. Sci. Tech.,
Associate Professor of FSBEI HE «Ufa State Petroleum
Technological University»
(Ufa, Russia)

Members of an editorial board:

X. Lingfei — Ph. D., Professor of Nanjing University
of Aeronautics and Astronautics
(Nanjing, China)

A. Vahedi — Ph. D., Professor of Iran University
of Science & Technology
(Tehran, Iran)

V.M. Artyushenko — Dr. Sci. Tech., Professor
of SBEI HE MR «University of Technology»
(Moscow, Russia)

M.A. Urakseev — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Ufa State Aviation Technical University»
(Ufa, Russia)

M.Yu. Dolomatov — Dr. Sci. Chem., Professor
of FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technological University»
(Ufa, Russia)

N.A. Feoktistov — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Moscow State University of Design and
Technology» (Moscow, Russia)

V.G. Krymsky — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technological University»
(Ufa, Russia)

F.F. Hizbullin — Dr. Sci. Chem., Professor
of FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technological University»
(Ufa, Russia)

V.G. Kushnir — Dr. Sci. Tech., Professor
of Akhmet Baitursynov Kostanay Regional University
(Kostanay, Kazakhstan)

V.A. Shabanov — Cand. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technological University»
(Ufa, Russia)

Deputy editor-in-chief:

R.T. Khazieva — Cand. Sci. Tech.
of FSBEI HE «Ufa State Petroleum
Technological University»
(Ufa, Russia)

S.V. Pavlov — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Ufa State Aviation Technical University»
(Ufa, Russia)

R.R. Safin — D. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Bashkir State University»
(Ufa, Russia)

I. Zicmane — Dr. Sci. Tech., Professor
of Riga Technical University, Expert of the Latvian Council
of Science (Riga, Latvia)

A.S. Glazyrin — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSAEI HE «National Research Tomsk Polytechnic University»
(Tomsk, Russia)

M.A. Grigorev — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSAEI HE «South Ural State University»
(Chelyabinsk, Russia)

V.P. Metelkov — Dr. Sci. Tech., Professor of FSAEI HE
«Ural Federal University named after the first President of Russia
B.N. Yeltsin» (Yekaterinburg, Russia)

A.A. Nikolaev — Cand. Sci. Tech., Associate Professor
of FSBEI HE «Nosov Magnitogorsk State Technical University»
(Magnitogorsk, Russia)

A.B. Petrochenkov — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Perm National Research Polytechnic University»
(Perm, Russia)

R.R. Sattarov — Dr. Sci. Tech., Professor
of FSBEI HE «Ufa State Aviation Technical University»
(Ufa, Russia)

Assistant editor: P. I. Vasiliev

Technical editor: S. V. Khalitova



The journal is included in the Russian Index of Scientific Citing (RISC).

Access and subscription to the electronic version of the journal is available on the website www.ugues.ru.

Mass media registration certificate ПИ № ФС 77-67387 dd. 05.10.2016 given by Federal service of supervision in the scope of communication, information technologies and mass media.

© Ufa State Petroleum Technological University, 2022.

Address of Editors office and Founder: 450064, Republic of Bashkortostan, Ufa, Kosmonavtov str., 1.

Tel. (347) 243-16-19, ies.rusoil.net

Price is free. **12+**

Publishing authorized on 14.04.2022 Paper format 60×84/8. Offset printing. 20.93 publication base sheets.
Volume 1 000 copies. Order № 52.

Address of Publishing Office: 450064, Republic of Bashkortostan, Ufa, Kosmonavtov str., 1.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced without prior written consent of the Editors office of the «Electrical and data processing facilities and systems».

The items of this publication preserve original edition by their authors.

The Editors office do not always share an opinion of authors of the articles published.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

| | |
|---|-----|
| <i>Андреев А.А.</i> Моделирование переходного процесса в распределительной сети 10 кВ при однофазном замыкании на землю | 5 |
| <i>Афлятунов Р.Р., Васильев П.И., Каекбирдина И.Д., Кириллов Р.В., Хазиева Р.Т.</i> Разработка схемы и моделирование резонансного трансформатора на базе многофункционального интегрированного электромагнитного компонента | 24 |
| <i>Баширова Э.М., Жаринов Ю.А., Терентьев А.А.</i> Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования технического состояния электроэнергетического оборудования | 33 |
| <i>Ковалев В.З., Хусаинов Э.И., Балыклов Е.С., Архипова О.В., Хамитов Р.Н., Глазырин А.С.</i> Цифровой двойник погружного электродвигателя на основе методов планирования эксперимента | 63 |
| <i>Сираев Ф.Ф., Хазиева Р.Т.</i> Исследование частотно-регулируемого электропривода с асинхронным электродвигателем | 77 |
| <i>Сорокин А.В., Шабанов В.А.</i> Алгоритм определения поврежденной фазы при однофазном замыкании на землю в сетях с изолированной нейтралью | 88 |
| <i>Тунг Л.В., Хюу Д.Н., Тхань Д.Ч., Кьен Б.Ч.</i> Повышение коэффициента мощности и уменьшение гармоник тока источника питания в системе электропривода конвейеров | 95 |
| <i>Шабанов В.А., Басырова А.А., Кантюков Н.Р.</i> Оценка устойчивости синхронных двигателей в плоскости двух углов | 107 |
| <i>Яшин А.Н., Бодылев А.С., Хазиева Р.Т., Хакимьянов М.И.</i> Лабораторная установка для исследования применения возобновляемых источников энергии | 114 |

ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

| | |
|---|-----|
| <i>Беляев А.С., Филипас А.А., Курганов В.В., Поберезкин Н.И.</i> Четырехтрехосовая система обезвешивания с управлением по вектору силы | 123 |
| <i>Зайцева А.А., Дудаев Н.О., Зайцев Е.А., Кильмаков Д.К.</i> Высокопроизводительный вычислительный комплекс для интеллектуальной транспортной системы | 131 |
| <i>Зиненко А.И., Каримов Н.А.</i> Анализ способов проектирования структурированных кабельных систем | 143 |
| <i>Крымский В.Г., Ахмеджанов Ф.М.</i> Использование интервальных моделей неопределенностей для оценки надежности человека-оператора с помощью метода SLIM | 154 |
| <i>Сибагатуллин Р.Р.</i> Информационная система для развития инновационной среды Компании | 168 |
| Об авторах | 175 |

CONTENT

ELECTRICAL FACILITIES AND SYSTEMS

| | |
|---|-----|
| <i>Andreev A.A.</i> Simulation of a transient process in a 10 kV distribution network with a single-phase earth fault | 5 |
| <i>Aflyatunov R.R., Vasiliev P.I., Kaekbirdina I.D., Kirillov R.V., Khazieva R.T.</i> Development of the circuit and simulation of a resonant transformer based on a multifunctional integrated electromagnetic component | 24 |
| <i>Bashirova E.M., Zharinov Yu.A., Terentiev A.A.</i> Application of neural networks for solving problems of forecasting technical conditions electric power equipment | 33 |
| <i>Kovalev V.Z., Khusainov E.I., Balyklov E.S., Arkhipova O.V., Khamitov R.N., Glazyrin A.S.</i> Digital twin of a submersible electric motor based on design of experiments methods | 63 |
| <i>Sirayev F.F., Khazieva R.T.</i> Investigation of a frequency-regulatory electric drive with asynchronous electric motor | 77 |
| <i>Sorokin A.V., Shabanov V.A.</i> Algorithm for determining the damaged phase during a single-phase earth fault in networks with an isolated neutral | 88 |
| <i>Tung L.V., Huu D.N., Thanh D.C., Kyen B.C.</i> Improving the power factor and reducing the harmonics of the power supply current in the electric drive system of conveyors | 95 |
| <i>Shabanov V.A., Basyrova A.A., Kantyukov N.R.</i> Assessment of the stability of synchronous motors in the plane of two angles | 107 |
| <i>Yashin A.N., Bodylev A.S., Khazieva R.T., Khakimyanov M.I.</i> Laboratory facility for studying the application of renewable energy sources | 114 |

DATA PROCESSING FACILITIES AND SYSTEMS

| | |
|---|-----|
| <i>Belyaev A.S., Filipas A.A., Kurganov V.V., Poberezkin N.I.</i> Four-rope suspension system with force vector control | 123 |
| <i>Zaitseva A.A., Dudaev N.O., Zaitsev E.A., Kilmakov D.K.</i> High-performance computing complex for intelligent transport system | 131 |
| <i>Zinenko A.I., Karimov N.A.</i> Analysis of methods for designing structured cable systems | 143 |
| <i>Krymsky V.G., Akhmedzhanov F.M.</i> Application of interval models of uncertainties to assessing human operator reliability by SLIM method | 154 |
| <i>Sibagatullin R.R.</i> Information system for the development of the innovative environment of the Company | 168 |
| About the Authors | 175 |