

Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

Журнал выходит на русском языке с января 1999 года
Периодичность - 6 раз в год (сдвоенными номерами)

Главный редактор	АБДУЛЛАЗЯНОВ Э.Ю.
Второй главный редактор	АХМЕТОВА И.Г.
Заместитель главного редактора	STANIMIR VALTCHEV

Ответственный секретарь	ГРАЧЕВА Е.И.
--------------------------------	--------------

Научный редактор	КАЛИНИНА М.В.
-------------------------	---------------

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ ЖУРНАЛА:

ВАК:

- ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ (ПО ВИДАМ ИЗМЕРЕНИЙ) (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
- МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ, ВЕЩЕСТВ И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
- ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
- ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
- ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
- ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
- РОБОТЫ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

РИНЦ:

- ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Свидетельство о регистрации СМИ:	Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) - ПИ ФС 77-83199 от 31.03.2022г.
Подписка:	Каталог интернет - подписки «Почта России» - индекс П6740
Сайт:	https://www.energyret.ru/
Издатель:	Казанский государственный энергетический университет
Адрес издателя:	420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51
Адрес редакции:	420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51
Тел./факс:	+7 (843) 527-92-76
Email:	problems_ener@mail.ru
Типография:	ООО "ФОЛИАНТ"
Адрес типографии:	420111, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Профсоюзная, 17 в

Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ**

**2024
Т.26, № 2
Март – Апрель
ISSN 1998–9903 (Print)
ISSN 2658-5456 (Online)**

Решением ВАК России включен в Перечень рецензируемых научных изданий

УЧРЕДИТЕЛИ:

Казанский государственный энергетический университет

ИЗДАТЕЛЬ:

Казанский государственный энергетический университет

Журнал освещает фундаментальные и прикладные исследования, а также дискуссионные вопросы по проблемам энергетики и связанными с ней отраслями производства и науки.

В Журнале публикуются результаты открытых научных исследований, выполняемых учеными научных учреждений, высших учебных заведений, иных организаций и граждан, ведущих научные исследования в порядке личной инициативы.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АХМЕТОВА И.Г.
АРАКЕЛЯН Э.К.
БОРУШ О.В.
БОЧКАРЕВ И.В.
БРЯКИН И.В.
ВАНЬКОВ Ю.В.
ГОЛЕНИЩЕВ-КУТУЗОВ А.В.
ГРАЧЕВА Е.И.
ДМИТРИЕВ А.В.
ДОВГУН В.П.
ЗВЕРЕВА Э. Р.
ИВШИН И.В.
КАЛАЙДА М.Л.
КАСИМОВ В.А.

КОРНИЛОВ В.Ю.
ЛАПТЕВ А.Г.
МЕЩЕРЯКОВ В.Н.
МИНГАЛЕЕВА Г.Р.
НИКОЛАЕВА Л.А.
ПЕТРОВ Т.И.
САФИН А.Р.
СУСЛОВ К.В.
ФЕДОТОВ А.И.
ЯКИМОВ Н.Д.
PENTIUC RADU DUMITRU
KOLCUN MICHAIL

Свидетельство о регистрации СМИ:

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) – ПИ № ФС77-83199 от 31.03.2022 г.

Founder: Kazan State Power Engineering University

Publisher: Kazan State Power Engineering University

Editor-in-Chief: EDWARD Yu. ABDULLAZYANOV

Second Editor in Chief: AKHMETOVA IRINA GAREEVNA

Deputy Chief Editor: STANIMIR VALTCHEV

The Journal publishes the results of open scientific research carried out by scientists of scientific institutions, higher educational institutions, other organizations and citizens conducting research in the form of a personal initiative. The following materials are accepted for publication: original articles; scientific reviews; reviews; short messages; reference materials.

Sections:

Editorial board:

AKHMETOVA IRINA	IVSHIN IGOR	YAKIMOV NIKOLAY
ARAKELYAN EDIK	KALAJDA MARINA	KOLCUN MICHAIL
BORUSH OLESYA	KASIMOV VASIL	ILIYA K. ILIEV
BOCHKAREV IGOR	KORNILOV VLADIMIR	ION V. ION
BRYAKIN IGOR	LAPTEV ANATOLY	PENTIUC RADU DUMITRU
VANKOV YURY	MESHCHERYAKOV VIKTOR	STANIMIR VALTCHEV
GRACHEVA ELENA	MINGALEEVA GUZEL	DMITRIEV ANDREY
VAFIN DANIL	NIKOLAEVA LARISA	DOVGUN VALERY
GOLENISHCHEV-KUTUZOV	SUSLOV KONSTANTIN	SAFIN ALFRED
ALEXANDER		
ZVEREVA ELVIRA	FEDOTOV ALEXANDER	SHCHINNIKOV PAVEL

Address Krasnoselskaya str. 51, 420066, Kazan, Republic of Tatarstan,
Russian Federation
Tel./fax: +7 (843) 527-92-76
Printing House: LLC «FOLIANT»
Address of the printing house 420111, Republic of Tatarstan, g. Kazan, Str. Trade Union, 17 V
Email: problems_ener@mail.ru
Site: <https://www.energyret.ru/>

СОДЕРЖАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ДЕМИН А.В., ПАВЛОВ Г.И., НАКОРЯКОВ П.В., ЗАЙНУТДИНОВА Д.А. Снижение содержания диоксида углерода в выбросах при использовании метано-водородного топлива	3
МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ, ВЕЩЕСТВ И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	

КРОТОВА Е.В., САЧЕНКОВ О.А., МИТРАЙКИН В.И., ЗАЙЦЕВА Т.А., ЗАКИРОВ Р.Х. Применение рентгеновской компьютерной томографии для диагностики композитных конструкций в энергетике	15
ГАЛЯУТДИНОВА А.Р., ИВШИН И.В., СОЛОВЬЕВ С.А. Система оценки и прогнозирования технического состояния силового маслонаполненного трансформаторного оборудования распределительных сетей с применением машинного обучения	32

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

БАСЕНКО В.Р., ПЕТРОВ Т.И., ИБРАГИМОВА А.Р. Создание компьютерной модели синхронного двигателя для реализации проекта «Создание серии электродвигателей с модернизированным ротором для электротранспорта малой мощности»	46
САТТАРОВ Р.Р., ГАРАФУТДИНОВ Р.Р. Применение виртуального синхронного генератора в энергосистемах и его моделирование в программном комплексе Matlab	55
ШПИГАНОВИЧ А.Н., ШПИГАНОВИЧ А.А., ПЕТРОВ А.Р., ГРАЧЕВА Е.И. Тепловизионный контроль электрооборудования промышленных предприятий	68
ВОЗМИЛОВ А.Г., ИЛИМБЕТОВ Р.Ю., ПАНИШЕВ С.А., ЛИСОВ А.А. Анализ электрофильтров для очистки воздушной среды производственных помещений	78

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

БУРЯНИНА Н.С., ЛЕСНЫХ Е.В., ЛЕСНЫХ А.С., СУСЛОВ К.В., АРТЕМЬЕВА М.Л. Алгоритм фильтрации апериодической составляющей в сигнале тока короткого замыкания	97
---	----

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

САФИН А.Р., ШАКУРОВА З.М., ДОЛОМАНЮК Л.В., ГАВРИЛОВ В.А., ДЕНИСОВА Н.В. Особенности работы учебного стенда «Мотор электромобиля» при определении характеристик работы электротранспорта	105
НИКОЛАЕВ Ю.Е., АЙДАРОВ М.А. Оценка эффективности энергокомплексов с производством водорода, кислорода, тепла и электроэнергии	114
ГАПОНЕНКО С.О., КОНДРАТЬЕВ А.Е., КАЛИНИНА М.В., ДЕРБЕНЕВА А.А. Анализ применения энтропийных методов обработки вибродиагностических сигналов для оценки технического состояния трубопроводов	128
КРЮКОВ А.В., ОВЕЧКИН И.С., СУСЛОВ К.В. Моделирование режимов двойных замыканий на землю в системах электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта	138
ЧИЧИРОВ А.А., РАЗАКОВА Р.И., ГАЙНУТДИНОВ Ф.Р., ГАЙНУТДИНОВА Д.Ф. Водородная заправочная станция: обзор технологического состояния использования водородного топлива	149

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

ПАВЛОВ Г.И., ВАНЬКОВ Ю.В., ТЕЛЯШОВ Д.А., ЗАЙНУТДИНОВА Д.А., МУКАТДАРОВ А.А. Экспериментальное исследование влияния температуры инертных газов на интенсивность термического разложения резины	166
КУНИЦКИЙ В.А., ЛУКИН С.В. Характеристики теплообменника для локальной утилизации теплоты сточных вод при различных условиях эксплуатации	176

CONTENTS

ECOLOGICAL SAFETY

- DEMIN A.V., PAVLOV G.I., NAKORYAKOV P.V., ZAINUTDINOVA D.A. Reducing carbon dioxide emissions when using methane-hydrogen fuel 3

METHODS AND INSTRUMENTS OF CONTROL AND DIAGNOSTICS OF MATERIALS, PRODUCTS, SUBSTANCES AND NATURAL ENVIRONMENT

- KROTOVA E.V., SACHENKOV O.A., KROTOVA E.V., MITRYAKIN V.I., ZAITSEVA T.A., ZAKIROV R.H. The use of X-Ray computed tomography for the diagnosis of composite structures in the energy sector 15
- GALYAUTDINOVA A.R., IVSHIN I.V., SOLOVEV S.A. System for assessment and prediction of the technical condition of power oil-filled transformer equipment of distribution networks using machine learning 32

ELECTROTECHNICAL COMPLEXES AND SYSTEMS

- BASENKO V.R., PETROV T.I., IBRAGIMOVA A.R. Creating a computer model of a synchronous motor for the implementation of the project «Creation of a series of electric motors with a modernized rotor for electric transport of low power» 46
- SATTAROV R.R., GARAFUTDINOV R.R. Application of virtual synchronous generator technology in power systems and its modeling in the Matlab software package 55
- SHPIGANOVICH A.N., SHPIGANOVICH A.A., PETROV A.R., GRACHEVA E.I. Thermal imaging control of electrical equipment of industrial enterprises 68
- VOZMILOV A.G., ILIMBETOV R.YU., PANISHEV S.A., LISOV A.A. Analysis of electric filters for cleaning the air environment of production premises 78

ELECTRIC POWER INDUSTRY

- BURYANINA NS., LESNYKH EV., LESNYKH AS., SUSLOV KV., ARTEMYEVA ML. On the question of determining the location of a short circuit on a power transmission line 97

ENERGY SYSTEMS AND COMPLEXES

- SAFIN A.R., SHAKUROVA Z.M., DOLOMANYUK L.V., GAVRILOV V.A., DENISOVA N.V. Features of the operation of the training stand «Electric vehicle motor» in determining the operation characteristics of electric transport 105
- NIKOLAEV Y.E., AIDAROV M.A. Evaluation of the efficiency of energy complexes with the production of hydrogen, oxygen, heat and electricity 114
- GAPONENKO S.O., KONDRATIEV A.E., KALININA M.V., DERBENEVA A.A. Analysis of application of entropy methods of vibration diagnostic signal processing to assess technical condition of pipelines 128
- KRYUKOV A.V., OVECHKIN I.S., SUSLOV K.V. Modeling of double ground fault modes in power supply systems of non-traction consumers of railway transport 138
- CHICHIROV A.A., RAZAKOVA R.I., GAINUTDINOV F.R., GAINUTDINOVA D.F. Hydrogen fueling station: review of the technological state of hydrogen fuel usage 149

THEORETICAL AND APPLIED HEAT ENGINEERING

- PAVLOV G., VANKOV Y.V., TELYASHOV D.A., ZAYNUTDINOVA D.A., MUKATDAROV A.A. Experimental study of the effect of the temperature of inert gases on the intensity of thermal decomposition of rubber 166
- KUNITSKIY V.A., LUKIN S.V. The characteristics of heat exchanger for local utilization of wastewater heat under different operating conditions 176