

## **Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ**

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

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

<b>Ответственный секретарь</b>	ГРАЧЕВА Е.И.
--------------------------------	--------------

<b>Научный редактор</b>	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

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

# Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

---

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

2024  
Т.26, № 1  
Январь – Февраль  
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**

**ИВАНИЦКИЙ М.С.** Производственный экологический контроль полициклических ароматических углеводородов в продуктах сгорания органического топлива 3

**КАЛАЙДА М.Л., САЕТОВ А.Р., ХАМИТОВА М.Ф.** Исследование особенностей развития зообентоса в районе размещения рыбозащитного сооружения типа водовоздушная завеса в водоеме-охладителе ГРЭС 13

**МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ, ВЕЩЕСТВ И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

**МАНАХОВА П.В., СМЕРНОВ А.В., СЕМЕНОВА М.И., КОВАЛЕВСКАЯ А.С.** Влияние растворенного кислорода в среде на индексы токсичности, получаемые различными методами биотестирования 38

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ**

**САВЕНКО А.Е., ГАБРИЭЛЬ И.В.** Исследование режимов работы электротехнического комплекса танкера AION 51

**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА**

**РУСИНА А.Г., ОСГОНБААТАР ТУВШИН, МАТРЕНИН П.В., СЕРГЕЕВ Н.Н.** Ансамблевая модель для прогнозирования выработки ветровых электростанций 64

**ДОВГУН В.П., ЕГОРОВ Д.Э., БОЯРСКАЯ Н.П., СИНЯГОВСКИЙ А.Ф., РЫЖОВ Н.А.** Широкополосные демпфирующие фильтры лестничной структуры 77

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ**

**БОРУШ О.В., ГРИГОРЬЕВА О.К., ФРАНЦЕВА А.А.** Тепловые и аэродинамические характеристики воздушно-конденсационной установки в составе паротурбинного энергоблока 93

**МАКЕЕВА Е.Н., ЗВЕРЕВА Э.Р., МОРОЗОВА О.Ю.** Перевод котельных на альтернативное топливо 107

**НИЗАМОВА А.Ш., АБАСЕВ Ю.В.** Реконструкция производственно-отопительной котельной ЗАО «НП НЧ КБК им. С.П. ТИТОВА» с расширением здания 118

**НОВОСЕЛОВА М.С., МИНГАЛЕЕВА Г.Р., МАРЬИН Г.Е., ТИТОВ А.В.** Перспективы использования синтез-газа в газотурбинных установках 131

**ГАПОНЕНКО С.О., КОНДРАТЬЕВ А.Е., КАЛИНИНА М.В., АХМЕТОВА Р.В.** Система автоматизированного мониторинга и прогнозирования остаточного ресурса трубопроводного транспорта 144

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА**

**СЛЮСАРСКИЙ К.В., АСИЛЬБЕКОВ А.К.** Закономерности зажигания и горения смесей низкосортного угля с пиролизной жидкостью 151

**СОЛОВЬЕВ С.А., СОЛОВЬЕВА О.В., ШАКУРОВА Р.З., ГОЛУБЕВ Я.П.** Обзор применения высокопористых ячеистых теплообменников 165

**РОБОТЫ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

**АНДРЕЕВ В.П.** Определение формы препятствия сенсорной системой мобильного робота с помощью ик-датчиков расстояния типа GP2Y0A (SHARP) 195

## CONTENTS

## ECOLOGICAL SAFETY

- IVANITSKIY MS. Industrial environmental control of polycyclic aromatic hydrocarbons in organic fuel combustion product 3
- KALAI DA ML., SAETOV AR., KHAMITOVA MF. Study of the features of zoobenthos development in the area of water air curtain type fish protection structure in the cooling reservoir of the SDPP 13

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

- MANAKHOVA PM., SMIRNOV AV., SEMENOVA ML., KOVALEVSKAYA AS. Influence of dissolved oxygen in the environment on toxicity indices obtained by various bio-testing methods 38

## ELECTROTECHNICAL COMPLEXES AND SYSTEMS

- SAVENKO AE., GABRIEL IV. Study of operating modes of the AION tanker electrical power system 51

## ELECTRIC POWER INDUSTRY

- RUSINA AG., OSGONBAATAR TUVSHIN, MATRENIN PV., SERGEEV NN. Ensemble machine learning model for forecasting wind farm generation 64
- DOVGUN VP., EGOROV DE., BOYARSKAYA NP., SINYAGOVSKIY AF., RYZHOV NA. Ladder broadband damping filters 77

## ENERGY SYSTEMS AND COMPLEXES

- BORUSH OV., GRIGORYEVA OK., FRANTSEVA AA. Thermal and aerodynamic characteristics of air cooled condenser for steam turbine power unit 93
- MAKEEVA E.N., ZVEREVA E.R., MOROZOVA O.YU. Conversion of boiler houses to alternative fuel 107
- NIZAMOVA ASH., ABASEVYUV. Reconstruction of production and heating boiler plant JSC "NP NC KBK IM. S.P. Titov" with building expansion 118
- NOVOSELOVA MS., MINGALEEVA GR., MARIN GE., TITOV AV. Perspectives of using syngas in gas turbine plants 131
- GAPONENKO SO., KONDRATIEV AE., KALININA MV., AKHMETOVA RV. System of automated monitoring and forecasting of the remaining resource of pipeline transport 144

## THEORETICAL AND APPLIED HEAT ENGINEERING

- SLYUSARSKIY KV., ASILBEKOV AK. Features of ignition and combustion of low-grade coal mixed with pyrolysis liquid 151
- SOLOVEV SA., SOLOVEVA OV., SHAKUROVA RZ., GOLUBEV YAP. Overview of the application of open cell foam heat exchangers 165

## ROBOTS, MECHATRONICS AND ROBOTIC SYSTEMS

- ANDREEV VP. Obstacle shape determination by mobile robot sensor system using GP2Y0A (SHARP) type ir distance sensors 195