

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Е. Н. АРХИПОВА — д. т. н., заслуженный энергетик России, генеральный директор АО «Тренажеры электрических станций и сетей» (Москва, Россия)

РЕДАКТОРЫ РАЗДЕЛОВ

А. Я. ШЕЛГИНСКИЙ — д. т. н., профессор кафедры «Промышленные теплоэнергетические системы», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия) — раздел «Генерация электроэнергии и тепла»
Н. Д. ЧИЧИРОВА — действительный член Российской академии естественных наук, д. х. н., профессор, зав. кафедрой «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Казань, Россия) — раздел «Эксплуатация электрических станций»

В. СТРИЕЛКОВСКИ — доктор философии, профессор, научный сотрудник Кембриджской бизнес-школы Кембриджского университета (Англия) — раздел «Электрогенерация зарубежных стран»

И. Г. АХМЕТОВА — д. т. н., проректор по научной работе, зав. кафедрой Экономики и организации производства ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Казань, Россия) — раздел «Цифровые технологии и экономика»

Н. Н. ШВЕЦ — д. э. н., профессор, зав. кафедрой «Мировая электроэнергетика» МГИМО МИД России — раздел «Энергетические аспекты международных отношений»

А. И. ТАДЖИБАЕВ — Заслуженный энергетик Российской Федерации, действительный член Академии электротехнических наук, д. т. н., зав. кафедрой «Диагностика и управление техническим состоянием энергетического оборудования» ФГАОУ ДПО «ПЭИПК» (Санкт-Петербург, Россия) — раздел «Техническая диагностика и неразрушающий контроль в энергетике»

А. Е. УЖАНОВ — к. с. н., доцент кафедры «Мировая электроэнергетика» Международного института энергетической политики и дипломатии МГИМО МИД России, член-корреспондент Академии военных наук (Москва, Россия) — раздел «Социология в энергетике»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Н. ВИВЧАР — к. г. н., Начальник инженерного управления ПАО «Мосэнерго» (Москва, Россия)

А. В. ВОЛКОВ — д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Гидромеханики и гидравлических машин, Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Москва, Россия)

Е. П. ГРАБЧАК — Заместитель министра Министерства энергетики Российской Федерации (Москва, Россия)

Х. С. ДРАГАНЧЕВ — профессор Технического университета (Варна, Болгария)

А. А. ЖАРКОВСКИЙ — д.т.н., профессор, профессор Высшей школы энергетического машиностроения Института энергетики, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (Санкт-Петербург, Россия)

А. М. ЗАГРЕБАЕВ — д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Кибернетика» / Институт интеллектуальных кибернетических систем, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Москва, Россия)

И. Ш. ЗАГРЕТДИНОВ — к. т. н., генеральный директор АО «Институт Теплоэлектропроект», (Москва, Россия)

М. Г. ЗИГАНШИН — д. т. н., доцент, профессор кафедры «Атомные и тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Казань, Россия)

З. ЗИМОН — д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Бранденбургского Технического Университета (Котбус-Зенфтенберг, Германия)

И. М. ИБРАГИМОВ — д. т. н., ведущий научный сотрудник Акустического института имени академика Н. Н. Андреева (Москва, Россия)

М. С. ИВАНИЦКИЙ — д.т.н., доцент, профессор кафедры «Энергетика» филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Волжском (Волжский, Россия)

Н. Б. КАРИЦКИЙ — д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» Белорусского национального технического университета (г. Минск, Беларусь)

С. А. КРОПАЧЕВ — д. и. н., ректор Энергетического института повышения квалификации АО «Мособлэнерго» (Москва, Россия)

В. В. КУЛИЧИХИН — д. т. н., академик Академии промышленной экологии РФ, член-корреспондент Академии военных наук МО РФ, постоянный представитель РФ в Международной сети европейских технических университетов NESEFF, член Союза журналистов Москвы (Москва, Россия)

В. И. ЛЕБЕДЕВ — д. т. н., профессор, заместитель директора института ядерной энергетики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический

университет Петра Великого» (Санкт-Петербург, Россия)

М. Ю. ЛЬВОВ — д. т. н., советник генерального директора АО «Объединенная энергетическая компания» (Москва, Россия)

Н. Я. о. МАМЕДОВ — к. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Строительство инженерных систем и сооружений», Азербайджанский Архитектурно-строительный Университет (Баку, Азербайджан)

М. Е. МАРЧЕНКО — к. т. н., генеральный директор ООО «Энив» (Москва, Россия)

В. Е. МЕССЕРЛЕ — д. т. н., профессор, главный научный сотрудник НИИ экспериментальной и теоретической физики Казахского Национального Университета им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан)

С. В. МИЩЕРЯКОВ — д. э. н., к. т. н., Генеральный директор Некоммерческого Партнерства «Корпоративный образовательный и научный центр Единой энергетической системы» (Москва, Россия)

Д. МОРВА — доктор, профессор Будапештского политехнического университета (Будапешт, Венгрия)

Л. П. МУЗЫКА — к. т. н., доцент, директор ООО «Ресурс-персонал» (Омск, Россия)

А. Н. НАЗАРЫЧЕВ — д. т. н., профессор, ректор ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» (Санкт-Петербург, Россия)

М. Е. ОРЛОВ — к. т. н., доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция им. В. И. Шаропова» Ульяновского государственного технического университета (г. Ульяновск, Россия)

М. М. ПЧЕЛИН — Государственный советник РФ 1-го класса в отставке, лауреат премии Совета Министров СССР (Москва, Россия)

Ю. А. РАДИН д.т.н., главный специалист в службе вибродиагностики и наладки инженерного управления ПАО «Мосэнерго» (Москва, Россия)

С. М. СЕНДЕРОВ — д. т. н., с.н.с., заместитель директора, заведующий отделом энергетической безопасности ФГБУН Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН (Иркутск, Россия)

К. ФРАНА — д. т. н., профессор, заместитель декана факультета «Машиностроение» Технического университета (г. Либерец, Чехия)

М. И. ЧИЧИНСКИЙ — к. т. н., Генеральный инспектор — начальник Департамента технического надзора и аудита ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ПАО «ФСК ЕЭС») (Москва, Россия)

В. И. ЩЕРБА — д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Гидромеханика и транспортные машины» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет» (Омск, Россия)

Учредитель и издатель: Научно-производственное объединение «Энергобезопасность».

Периодичность издания четыре раза в год. Выходит с 2008 года.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия. Свидетельство ПИ № ФС77-31974 от 14 мая 2008 г.

Журнал включен в новый перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней, а также в базы данных: РИНЦ, ВИНТИ, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory.

Журнал ассоциирован при Международном центре обучающих систем ЮНЕСКО и Международной кафедре-сети ЮНЕСКО «TVET».

Подписные индексы: 45024 — Объединенный каталог и интернет-каталог «Пресса России», Е45024 — Интернет-каталог «Книга-сервис».

Художественный редактор: Маланин Д. Б. Технический редактор: Кутько Н. Е.
Подписано в печать 14.05.2024 г. Отпечатано в ООО «Код-Полиграф», 125009, Россия, Москва, пр. Девичьего Поля, д. 4.

Почтовый адрес редакции: 117587, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 125 Ж, корп. 6, ООО «НПО «Энергобезопасность»

Телефон: +7 495 655-76-00, +7 495 382-79-74; e-mail: sigma08@sigma08.ru; www.sigma08.ru

© ООО «НПО «Энергобезопасность», «Надежность и безопасность энергетики»

Scientific and Engineering Journal Safety and Reliability of Power Industry

Volume 17

Nº1

2024

EDITOR-IN-CHIEF

Elena N. ARKHIPOVA — Dr. of Tech. Sc., Honored Power Engineer of Russia, General Director, JSC «Simulators of power plants and networks» (Moscow, Russia)

SECTION EDITORS

Aleksandr Y. SHELGINSKY — Dr. of Tech. Sc., Professor of Heat Power Industry Department, National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (Moscow, Russia) — section «Electric power and heat generation»

Nataliya D. CHICHIROVA — full member of the Russian Academy of Natural Sciences, Dr. of Chem. Sc., Professor, head of the Department of Thermal power plants of the «Kazan State Power Engineering University» (Kazan, Russia) — section «Operation of power plants»

Wadim STRIELKOWSKI — Ph.D., University of Cambridge, Judge Business School (Cambridge, England) — section «Power generation in foreign countries»

Irina G. AKHMETOVA — Dr. Eng., Vice-rector for research, head of the Department of Economics and Information Technologies, of the «Kazan State Power Engineering University» (Kazan, Russia) — section «Digital technologies and economy»

Nikolay N. SHVETS (PhD (Ec.)), Professor, Head of the World Electric Power Industry Department, MGIMO University of the Russian Federation Ministry of Foreign Affairs — section «Energy Related Aspects of International Relations»

Aleksey I. TADZHIBAYEV — Honoured Power Engineer of the Russian Federation, full member of the Academy of Electrical Engineering Sciences, Doctor of Engineering, Head of FSAEI of Advanced Professional Training «PEIPK» (St. Petersburg, Russia) — section «Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing in Power Engineering»

Aleksandr Ye. UZHANOV — Cand. of Sociol. Sc., Associate Professor of World Power Industry Department, International Institute of Energy Policy and Diplomacy, MGIMO of the Russian Federation Foreign Ministry, Associate Member of the Academy of Military Sciences (Moscow, Russia) — «Sociology in Energy Industry»

EDITORIAL BOARD

Anton N. VIVCHAR — Cand. of Geogr., Head of Engineering Directorate, PJSC Mosenergo (Moscow, Russia)

Alexandr V. VOLKOV — Dr. Eng., Professor, Head of Department of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines, National Research University MPEI (Moscow, Russia)

Hristo S. DRAGANICHEV — Professor of the Varna Technical University (Varna, Bulgaria)

Evgeny P. GRABCHAK — Deputy Minister of the Ministry of Energy of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Aleksandr A. ZHARKOVSKII — Dr. Eng., Professor, Full Professor of Higher School of Power Engineering, Institute of Energy, «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University» (St. Petersburg, Russia)

Andrey M. ZAGREBAEV — Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Head of Department of Cybernetics/ Institute of Cyber Intelligence Systems, National Research Nuclear University MEPhI (Russian Federation, Moscow)

Ilyas Sh. ZAGRETDINOV — Cand. Sc. (Eng), Director of JSC «Institute Teploelectroproject» (Moscow, Russia)

Malik G. ZIGANSHIN — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Nuclear and Thermal Power Plants FGBOU VO «Kazan State Power Engineering University» (Kazan, Russia)

Sylvio SIMON — Prof. Dr.-Ing., Brandenburg University of Technology (Cottbus-Senftenberg, Germany)

Ildar M. IBRAGIMOV — Dr. Eng., Leading Researcher of the Andreev Acoustic Institute (Moscow, Russia)

Maxim S. IVANITSKY — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Energy Branch of the FGBOU VO «National Research University «MPEI» in Volzhsky (Volzhsky, Russia)

Nikolay B. KARNITSKIY — Dr. of Tech. Sc., Professor, head of the department of thermal power plants, the Belarus National Technical University (Minsk, Belarus)

Sergey A. KROPACHEV — Dr. of Hist. Sc., Rector of the Energy Institute for Advanced Studies of JSC Mosoblenergo (Moscow, Russia)

Vladimir V. KULICHKIN — Dr. of Tech. Sc., Full Member of the Russian Federation Academy of Industrial Ecology, Associate Member of the Academy of Military Sciences of the Russian Federation Defense Ministry, Permanent Representative of the Russian Federation at the NESEFF International Network of European Engineering Universities, member of the Union of Journalists of Moscow (Moscow, Russia)

Valery I. LEBEDEV — Dr. Eng., professor, Deputy Director of the Nuclear

Power Institute of the «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University» (St. Petersburg, Russia)

Mikhail Yu. LVOV — Dr. of Tech. Sc., Adviser to the General Director of United Energy Company JSC (Moscow, Russia)

Nurmammad Y. MAMMADOV — professor, head of Department «Construction of engineering systems and facilities», Azerbaijan University of Architecture and Construction (Baku, Azerbaijan)

Mikhail E. MARCHENKO — Cand. of Tech. Sc., Director, «Eniv», LLC (Moscow, Russia)

Vladimir E. MESSERLE — Dr. of Tech. Sc., Professor, Head Research Fellow of the Research institute of experimental and theoretical physics, the al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

Sergey V. MISHCHERYAKOV — Dr. of Econ. Sc., Cand. of Tech. Sc., Director General of the Non-profit Partnership «Corporate Training and Scientific Center of the Unified Energy System» (Moscow, Russia)

George MORVA — Sc. Dr., Professor, the Budapest Polytechnic University (Budapest, Hungary)

Leonid P. MUZYKA — Cand. of Tech. Sc., Director, «Resurs-Personal», LLC (Omsk, Russia)

Aleksandr N. NAZARYCHEV — Dr. of Tech. Sc., Professor, Rector of the «Peterburg power engineering institute of professional development» (St. Petersburg, Russia)

Mikhail Ye. ORLOV — Cand. of Eng. Sc., Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation named after V. I. Sharapov of the Ulyanovsk State Technical University (Ulyanovsk, Russia)

Mikhail M. PCHELIN — Class I State Councilor of the RF (retired), awardee of the Prize of the Council of Ministers of the USSR (Moscow, Russia)

Yuri A. RADIN — Dr. Eng., Chief Specialist, Vibration Diagnostics and Adjustment Service, Engineering Department, Mosenergo PJSC (Moscow, Russia)

Sergey M. SENDEROV — Dr. Eng., Vice-director for research, head of Energy Security Department of the Melentiev Energy Systems Institute SB RAS (Irkutsk, Russia)

Karel FRANA — Prof. Dr. — Ing. habil, Technical University of Liberec (Liberec, Czech Republic)

Mikhail I. CHICHINSKIY — Cand. of Tech. Sc., Inspector General/Head of the Department of technical supervision and audit, PJSC «Federal Grid Company of the Unified Energy System» (Moscow, Russia)

Victor E. SHERBA — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Hydromechanics and Transport Machines» FGBOU VO «Omsk State Technical University» (Omsk, Russia)

Founder and publisher: Scientific and Production Association «Energobezопасnost».

Frequency of the edition four times a year. Published since 2008.

The journal is registered in the Federal Service for Supervision in the Sphere of Mass Communication, Communications and the Protection of Cultural Heritage. Certificate III № ФС77-31974 dated May 14, 2008.

The journal is included into the SCADT's List of major reviewed scientific journals and publications, which shall publish the key scientific findings of theses for academic degrees of Doctor and Candidate of Sciences. The Journal is included in the following databases: RINC, VINITI, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory.

The journal is associated with the UNESCO International Center of Training Systems and the UNESCO International Chair Network «TVET».

Artistic editor: Malanin D. B. Technical Editor: Kutko N. E. Signed in the press on May 14, 2024.

Printed in LLC «Code-Poligraf», Proyezd Devich'yego Poly, 4, Moscow, 119121, Russia.

Mailing address of the editorial office: NPO «Energobezопасnost» Build. 6, 125 «Zh» Varshavskoye Shosse, Moscow, 117587.

Tel: +7 495 665-76-00, +7 495 382-79-74; e-mail: sigma08@sigma08.ru; www.sigma08.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

Дзюбина Т. В., Илькевич Н. И. К учету надежности поставки газа на электростанции при анализе балансовой надежности электроэнергетической системы	4
---	---

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЯ, РАСЧЕТЫ

Губарев А. Ю. Нейронная сеть для прогнозирования режимов работы и расчета энергетических характеристик паротурбинных установок	12
Вьюгова К. Д., Зиганшин М. Г. Численное моделирование гидродинамики фонтанирующего слоя в твердотопливном котле	19
Самарин О. Д. Анализ работы теплообменников системы горячего водоснабжения в схеме надежного и безопасного теплоснабжения жилых зданий	28
Аюпова Д. А., Кудерко Д. А., Целищев В. А., Шайдаков В. В. Цифровая модель гидропривода управления поворотом солнечного трекера.....	34
Суханов В. А., Богов И. А., Безухов А. П., Смирнов А. А., Толмачев В. В., Маспанов С. Н. Стендовые исследования влияния режимных параметров на безопасность эксплуатации паротурбинных воздухоохлаждаемых конденсаторов при отрицательных температурах наружного воздуха.....	42
Сысоев В. С., Басов Е. В., Орлов А. И., Зудин И. Ю., Гуцин М. Е., Мареев Е. А., Швец Н. Н. Экспериментальное моделирование генерации СВЧ излучения при взаимодействии молниевоего разряда с летательным аппаратом	49
Бразжников А. Е., Панушкин В. Г. Майнинг в России. Криптовалюты как инвестиция	58

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Наумов И. В. К вопросу о надежности и качестве функционирования электрических сетей (на примере филиала ПАО «Россети Волги» – «Самарские распределительные сети»)	65
--	----

ГОЛОС МОЛОДЁЖИ

Бурцев К. В. Международное сотрудничество как составляющая энергетической безопасности Японии	74
--	----

ДИСКУССИИ

Ситас В. И., Кутько Н. Е. Ситас В. И. о курсе «Нагнетатели и тепловые двигатели»	79
---	----

ИНФОРМАЦИЯ	82
-------------------------	----

CONTENTS

GENERAL ISSUES OF RELIABILITY AND SAFETY OF ENERGY

Dzyubina T. V., Ilkevich N. I. Considering the reliability of gas supply to power plants in the analysis of electric power system adequacy	4
---	---

DESIGN, RESEARCH, CALCULATIONS

Gubarev A. Y. Neural network for predicting operating modes and calculating energy characteristics of steam turbine plants.....	12
Vuigova K. D., Ziganshin M. G. Numerical modeling of hydrodynamics of spouted bed in solid fuel boiler	19
Samarin O. D. Analysis of operation of heat exchangers of hot water supply system in the scheme of reliable and safe heat supply of residential buildings	28
Ayupova D. A., Kuderko D. A., Tselishchev V. A., Shaidakov V. V. Digital model of hydraulic drive for solar tracker rotary control	34
Sukhanov V. A., Bogov I. A., Bezukhov A. P., Smirnov A. A., Tolmachev V. V., Maspanov S. N. Bench studies of the influence of operating conditions on operational safety of steam turbine air-cooled condensers at subzero outdoor temperatures	42
Syssoev V. S., Basov E. V., Orlov A. I., Zudin I. Yu., Gushchin M. E., Mareev E. A., Shvets N. N. Experimental simulation of the generation of microwave radiation during the interaction of a lightning discharge with an aircraft	49
Brazhnikov A. E., Panushkin V. G. Mining in Russia. Cryptocurrencies as investment.....	58

OPERATIONAL PRACTICE

Naumov I. V. On reliability and quality of functioning of power grids (as exemplified by the branch of PJSC Rossetti Volga – Samara Distribution Networks)	65
---	----

VOICE OF YOUTH

Burtsev K. V. International Cooperation as a Component of Japan's Energy Security	74
--	----

DISCUSSIONS

Sitas V. I., Kutko N.E. Sitas V. I. about the course "Superchargers and heat engines"	79
--	----