

ВЕСТНИК

МОСКОВСКОГО
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА

№ 4

2022

Теоретический
и научно-практический журнал

Выходит 6 раз в год

Москва
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

BULLETIN

OF MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE

№ 4

2022

Theoretical
and scientific and practical journal

Published 6 times a year

Alternative Title:

Vestnik Moskovskogo Energeticheskogo Instituta (Vestnik MEI)

**Moscow
National Research University «MPEI»**

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Рогалев Николай Дмитриевич — главный редактор

Доктор технических наук, ректор НИУ «МЭИ», заведующий кафедрой тепловых электрических станций НИУ «МЭИ»

Замолотчиков Владимир Николаевич — заместитель главного редактора

Кандидат технических наук, первый проректор НИУ «МЭИ», профессор кафедры радиотехнических систем НИУ «МЭИ»

Зайко Елена Семеновна — организационный редактор

Кандидат технических наук, ведущий инженер отдела «Центр международного сотрудничества и научно-технической информации» НИУ «МЭИ»

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Амосов Андрей Аверинович

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования НИУ «МЭИ»

Большаков Александр Афанасьевич

Доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и управления Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)

Дубинский Юлий Андреевич

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования НИУ «МЭИ», заслуженный деятель науки РФ

Панасенко Григорий Петрович

Доктор физико-математических наук, профессор института Камилла Жордана, Франция

Филаретов Геннадий Федорович

Доктор технических наук, профессор кафедры управления и интеллектуальных технологий НИУ «МЭИ»

2.3. Информационные технологии и телекоммуникации

Андрюшин Александр Васильевич

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

Аракелян Эдик Койрунович

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

Биленко Виктор Абрамович

Доктор технических наук, технический директор ЗАО «Интеравтоматика»

Большаков Александр Афанасьевич

Доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и управления Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)

Борисов Вадим Владимирович

Доктор технических наук, профессор кафедры вычислительной техники филиала НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

Брехов Олег Михайлович

Доктор технических наук, заведующий кафедрой вычислительных машин, систем и сетей Московского авиационного института

Еремеев Александр Павлович

Доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта НИУ «МЭИ»

Зинченко Людмила Анатольевна

Доктор технических наук, профессор кафедры ИУ-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Колосов Олег Сергеевич

Доктор технических наук, профессор кафедры управления и интеллектуальных технологий НИУ «МЭИ»

Котенко Игорь Витальевич

Доктор технических наук, главный научный сотрудник и руководитель лаборатории проблем компьютерной безопасности Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской Академии наук

Кулагин Владимир Петрович

Доктор технических наук, заведующий кафедрой аппаратного, программного и математического обеспечения вычислительных систем МИРЭА — Российского технологического университета, действительный член Академии естественных наук

Кутепов Виталий Павлович

Доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта НИУ «МЭИ»

Марков Алексей Сергеевич

Доктор технических наук, Президент АО «НПО «Эшелон»

Минзов Анатолий Степанович

Доктор технических наук, профессор кафедры безопасности и информационных технологий НИУ «МЭИ»

Проталинский Олег Мирославович

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

Смелянский Руслан Леонидович

Доктор физико-математических наук, член-корр. РАН, заведующий кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Топорков Виктор Васильевич

Доктор технических наук, заведующий кафедрой вычислительных технологий НИУ «МЭИ»

Федулов Александр Сергеевич

Доктор технических наук, директор филиала НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, заведующий кафедрой вычислительной техники

Филаретов Геннадий Федорович

Доктор технических наук, профессор кафедры управления и интеллектуальных технологий НИУ «МЭИ»

Фролов Александр Борисович

Доктор технических наук, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования НИУ «МЭИ»

Хачумов Вячеслав Михайлович

Доктор технических наук, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра информатики и управления РАН

Чистякова Тамара Балабековна

Доктор технических наук, заведующая кафедрой систем автоматизированного проектирования и управления Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)

2.4. Энергетика и электротехника

Андрюшин Александр Васильевич

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

Анучин Алексей Сергеевич

Доктор технических наук, заведующий кафедрой автоматизированного электропривода НИУ «МЭИ»

Аракелян Эдик Койрунович

Доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ «МЭИ»

Асташев Михаил Георгиевич

Доктор технических наук, заведующий кафедрой промышленной электроники НИУ «МЭИ»

Баяр Бат-Эрдэнэ

Доктор (Ph.D), член технико-технологического суб-ассамблея АН Монголии, директор Энергетического Института Монгольского государственного университета науки и технологий

Безруких Павел Павлович

Доктор технических наук, профессор кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии НИУ «МЭИ»

Будак Владимир Павлович

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

Бутырин Павел Анфимович

Доктор технических наук, член-корр. РАН, профессор кафедры теоретических основ электротехники НИУ «МЭИ»

Бухмиров Вячеслав Викторович

Доктор технических наук, профессор кафедры теоретических основ теплотехники Ивановского государственного энергетического университета

Вариводов Владимир Николаевич

Доктор технических наук, профессор кафедры техники и электрофизики высоких напряжений НИУ «МЭИ»

Гаряев Андрей Борисович

Доктор технических наук, заведующий кафедрой тепломассообменных процессов и установок НИУ «МЭИ»

Грибин Владимир Георгиевич

Доктор технических наук, профессор кафедры паровых и газовых турбин НИУ «МЭИ»

Григорьев Андрей Андреевич

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

Дарьян Леонид Альбертович

Доктор технических наук, директор по научно-техническому сопровождению АО «Техническая инспекция ЕЭС», действительный член Академии электротехнических наук РФ

Дмитриев Александр Сергеевич

Доктор технических наук, профессор кафедры низких температур НИУ «МЭИ»

Драгунов Виктор Карпович

Доктор технических наук, проректор по научной работе НИУ «МЭИ», заведующий кафедрой технологии металлов НИУ «МЭИ»

Жуков Василий Владимирович

Доктор технических наук, профессор кафедры электрических станций НИУ «МЭИ»

Казаков Юрий Борисович

Доктор технических наук, профессор кафедры электромеханики Ивановского государственного энергетического университета имени И.С. Тургенева, действительный член Академии электротехнических наук РФ

Качанов Александр Николаевич

Доктор технических наук, заведующий кафедрой электрооборудования и энергосбережения Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, действительный член Академии электротехнических наук РФ

Крюков Алексей Павлович

Доктор технических наук, профессор кафедры низких температур НИУ «МЭИ»

Кувалдин Александр Борисович

Доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий НИУ «МЭИ»

Курбатов Павел Александрович

Доктор технических наук, профессор кафедры электромеханики, электрических и электронных аппаратов НИУ «МЭИ»

Лепешкин Александр Роальдович

Доктор технических наук, профессор Московского авиационного института

Марков Владимир Анатольевич

Доктор технических наук, заведующий кафедрой комбинированных двигателей и альтернативных энергоустановок МГТУ им.

Н.Э. Баумана, Москва, действительный член Академии военных наук

Мелихов Олег Игорьевич

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры атомных электрических станций НИУ «МЭИ»

Овчинникова Ирина Александровна

Доктор технических наук, директор научного направления — заведующая отделением № 2 ОАО «ВНИИ КП», действительный член Академии электротехнических наук РФ

Панфилов Дмитрий Иванович

Доктор технических наук, научный руководитель АО НТЦ Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы, действительный член Академии электротехнических наук РФ, действительный член Российской Инженерной Академии,

Петрова Тамара Ивановна

Доктор технических наук, профессор кафедры теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича НИУ «МЭИ»

Попов Олег Алексеевич

Доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ»

Попов Станислав Константинович

Доктор технических наук, профессор кафедры инновационных технологий наукоемких отраслей НИУ «МЭИ»

Проскуряков Константин Николаевич

Доктор технических наук, профессор кафедры атомных электрических станций НИУ «МЭИ»

Радин Юрий Анатольевич

Доктор технических наук, главный специалист ПАО «Мосэнерго»

Росляков Павел Васильевич

Доктор технических наук, профессор кафедры моделирования и проектирования энергетических установок НИУ «МЭИ»

Серебрянников Сергей Владимирович

Доктор технических наук, профессор кафедры физики и технологии электротехнических материалов и компонентов НИУ «МЭИ», действительный член Академии электротехнических наук РФ

Смирнов Сергей Евгеньевич

Доктор технических наук профессор кафедры химии и электрохимической энергетики НИУ «МЭИ», научный руководитель отдела аспирантуры и докторантуры НИУ «МЭИ»

Стрижов Валерий Федорович

Доктор физико-математических наук, заместитель директора института проблем

безопасного развития атомной энергетики РАН

Строев Владимир Андреевич

Доктор технических наук, профессор кафедры электроэнергетических систем НИУ «МЭИ», действительный член Академии электротехнических наук РФ

Султангузин Ильдар Айдарович

Доктор технических наук, профессор кафедры промышленных теплоэнергетических систем НИУ «МЭИ»

Томаров Григорий Валентинович

Доктор технических наук, генеральный директор ООО «Геотерм-М»

Тягунов Михаил Георгиевич

Доктор технических наук, профессор кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии НИУ «МЭИ»

Федин Максим Андреевич

Доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий НИУ «МЭИ»

Филиппов Юрий Петрович

Доктор технических наук, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория физики высоких энергий, Руководитель группы криофизики, г. Дубна

Хохлов Владимир Александрович

Доктор технических наук, профессор кафедры энергетических и гидротехнических сооружений НИУ «МЭИ», профессор Туринского политехнического университета в городе Ташкенте

Чемборисова Наиля Шавкатовна

Доктор технических наук, профессор кафедры электроэнергетических систем НИУ «МЭИ»

Щербаков Алексей Владимирович

Доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий НИУ «МЭИ»

Ягов Виктор Владимирович

Доктор технических наук, профессор кафедры инженерной теплофизики им. В.А. Кириллина НИУ «МЭИ»

История науки и техники (специальность 5.6.6)

Чернобаев Анатолий Александрович

Доктор исторических наук, профессор кафедры истории и культурологии НИУ «МЭИ», действительный член Международной Академии информатизации

THE JOURNAL EDITORIAL BOARD

ROGALEV Nikolai D. — editor-in-chief

Doctor of Technical Sciences, Rector of NRU MPEI, Head of Thermal Power Plants Department, NRU MPEI

ZAMOLODCHIKOV Vladimir N. — deputy editor-in-chief

Ph.D. in Engineering, First Vice-Rector of NRU MPEI, Professor of Radio Systems Department, NRU MPEI

ZAICO Elena S. — managing editor

Ph. D. in Engineering, Leading Engineer of International Research Cooperation Department, NRU MPEI

1.2.2. Mathematical Modeling, Numerical Methods and Software Packages

AMOSOV Andrey A.

Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Mathematical and Computer Modeling Department, NRU MPEI

BOLSHAKOV Aleksandr A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Computer Aided Design and Control Systems Department, St.-Petersburg State Technological Institute (Technical University)

DUBINSKII Yulii A.

Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Mathematical and Computer Modeling Department, NRU MPEI; Honored Worker of Science

PANASENKO Grigory P.

Doctor of Physics and Mathematics, Institute Camille Jourdan, France

FILARETOV Gennady F.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Intelligent Technologies Department, NRU MPEI

2.3. Information Technology and Telecommunications

ANDRIUSHIN Aleksandr V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

ARAKELIAN Edik K.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

BILENKO Viktor A.

Doctor of Technical Sciences, Technical Director of «Interautomatica»

BOLSHAKOV Aleksandr A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Computer Aided Design and Control Systems Department, St.-Petersburg State Technological Institute (Technical University)

BORISOV Vadim V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Computer Engineering Department, The Branch of the NRU MPEI in Smolensk

BREKHOV Oleg M.

Doctor of Technical Sciences, Head of Computers, Systems and Networks Department, Moscow Aviation Institute

YEREMEEV Aleksandr P.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Applied Mathematics and Artificial Intelligence Department, NRU MPEI

ZINCHENKO Lyudmila A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Bauman Moscow State Technical University

KOLOSOV Oleg S.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Intelligent Technologies Department, NRU MPEI

KOTENKO Igor V.

Doctor of Technical Sciences, Chief Scientist of St.-Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS)

KULAGIN Vladimir P.

Doctor of Technical Sciences, Head of Hardware, Software and Mathematics Provision of Computing Systems Department RTU MIREA

KUTEPOV Vitaly P.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Applied Mathematics and Artificial Intelligence Department, NRU MPEI

MARKOV Aleksey S.

Doctor of Technical Sciences, President of JSC NPO «Echelon»

MINZOV Anatoly S.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Security and Information Technologies Department, NRU MPEI

PROTALINSKY Oleg M.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

SMELYANSKIY Ruslan L.

Doctor of Physics and Mathematics, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Head of the Computer Systems Automation Department

TOPORKOV Viktor V.

Doctor of Technical Sciences, Head of Computational Technologies Department, NRU MPEI

FEDULOV Aleksandr S.

Doctor of Technical Sciences, Director of the National Research University «MPEI» Branch, the City of Smolensk, Russia, Head of the Computer Engineering Department

FILARETOV Gennady F.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Control and Intelligent Technologies Department, NRU MPEI

FROLOV Aleksandr B.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Mathematical and Computer Modeling Department, NRU MPEI

KHACHUMOV Vyacheslav M.

Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of the Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences

CHISTIAKOVA Tamara B.

Doctor of Technical Sciences, Head of Computer Aided Design and Control Systems Department, St.-Petersburg State Technological Institute (Technical University)

2.4. Energy and Electrical Engineering

ANDRIUSHIN Aleksandr V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

ANUCHIN Aleksey S.

Doctor of Technical Sciences, Head of Electric Drives Department, NRU MPEI

ARAKELIAN Edik K.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems for Thermal Processes Department, NRU MPEI

ASTASHEV Michael G.

Doctor of Technical Sciences, Head of Industrial Electronics Department, NRU MPEI

BAYAR Bat-Erdene

Ph.D. in Engineering, Head of Energy Institute, Mongol State University of Science and Technology, Mongolia

BEZRUKIKH Pavel P.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Hydro Power Engineering and Renewable Energy Sources Department, NRU MPEI

BUDAK Vladimir P.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Lighting Engineering Department, NRU MPEI

BUTYRIN Pavel A.

Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Theoretical Fundamentals of Electrical Engineering Department, NRU MPEI

BUKHMIROV Viacheslav V.

Doctor of Technical Sciences, Head of Theoretical Foundations of Heat Engineering Department, Ivanovo State Power Engineering University

VARIVODOV Vladimir N.

Doctor of Technical Sciences, Professor of High Voltage Engineering and Electrical Physics Department, NRU MPEI

GARIYEV Andrey B.

Doctor of Technical Sciences, Head of Heat-and-Mass Exchange Processes and Installations Department, NRU MPEI

GRIBIN Vladimir G.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Steam and Gas Turbines Department, NRU MPEI

GRIGORYEV Andrey A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Lighting Engineering Department, NRU MPEI

DARIAN Leonid A.

Doctor of Technical Sciences, Director of Scientific and Technical Support Technical Inspection UES, JSC

DMITRIYEV Aleksandr S.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Low Temperatures Department, NRU MPEI

DRAGUNOV Viktor K.

Doctor of Technical Sciences, Vice-rector for Research, Head of Metal Technology Department, NRU MPEI

ZHUKOV Vasilii V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electrical Stations Department, NRU MPEI

KAZAKOV Yuriy B.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electromechanics Department, Ivanovo State Power Engineering University

KACHANOV Aleksandr N.

Doctor of Technical Sciences, Head of Electrical Equipment and Energy Saving Department Orel State University named after I.S. Turgenyev

KRYUKOV Aleksey P.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Low Temperatures Department, NRU MPEI

KUVALDIN Aleksandr B.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Supply of Industrial Enterprises and Electrical Technology Department, NRU MPEI

KURBATOV Pavel A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electromechanics, Electrical and Electronic Apparatuses Department, NRU MPEI

LEPESHKIN Aleksandr R.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Moscow Aviation Institute

MARKOV Vladimir A.

Doctor of Technical Sciences, Head of the Combined Engines and Alternative Power Plants Department of Bauman Moscow State Technical University

MELIKHOV Oleg I.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Nuclear Power Plants Department, NRU MPEI

OVCHINNIKOVA Irina A.

Doctor of Technical Sciences, Russian Cable Scientific Research and Development Institute (VNIKP, JSC), Director of «Telecom Cables, Wires and Fittings Division»

PANFILOV Dmitry I.

Doctor of Technical Sciences, Scientific Manager of R&D Center Federal Greed Company United Energy System, JSC

PETROVA Tamara I.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Theoretical Foundations of Heat Engineering Department, NRU MPEI

POPOV Oleg A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Lighting Engineering Department, NRU MPEI

POPOV Stanislav K.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Innovative Technologies of Science Intensive Industries Department, NRU MPEI

PROSKURIAKOV Konstantin N.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Nuclear Power Plants Department, NRU MPEI

RADIN Yuriy A.

Doctor of Technical Sciences, Chief Specialist of Mosenergo PJSC

ROSLYAKOV Pavel V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Modeling and Design of Power Plants Department, NRU MPEI

SEREBRIANNIKOV Sergei V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Physics and Technology of Electrical Engineering Materials and Components Department, NRU MPEI; Member of the Academy of Electrical Engineering

SMIRNOV Sergei Ye.

Doctor of Technical Sciences, Professor Chemistry and Electric-Chemical Energetic Department, NRU MPEI

STRIZHOV Valery F.

Doctor of Physics and Mathematics, Deputy director of Nuclear Safety Institute (IBRAE) the Russian Academy of Sciences

STROEV Vladimir A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Electric Power Systems Department, NRU MPEI

SULTANGUZIN Ildar A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Industrial Heat Engineering System Department, NRU MPEI

TOMAROV Grigory V.

Doctor of Technical Sciences, General Director of OOO «Geoterm-M»

TIAGUNOV Michael G.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Hydro Power Engineering and Renewable Energy Sources Department, NRU MPEI

FEDIN Maxim A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Supply of Industrial Enterprises and Electrical Technology Department, NRU MPEI

FILIPPOV Yuriy P.

Doctor of Technical Sciences, Joint Institute for Nuclear Research, Laboratory of High Energy Physics, Head of Cryophysics Group

KHOKHLOV Vladimir A.

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Energy Structures and Hydrotechnical Utilities Department, NRU MPEI, Professor of the Turin Polytechnic University in Tashkent

CHEMBORISOVA Nailia Sh.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Electrical Systems Department, NRU MPEI

SHCHERBAKOV Aleksey V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Power Supply of Industrial Enterprises and Electrical Technology Department, NRU MPEI

YAGOV Viktor V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of Engineering Thermophysics Department, NRU MPEI

**History of Science and Technology
(Speciality 5.6.6)**

CHERNOBAYEV Anatoly A.

Doctor of Historical Sciences, Professor of History and Culturology Department, NRU MPEI; Member of the International Information Academy

Содержание

Энергетика

Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)

Безруких П.П.

К истории развития возобновляемой энергетики России и её современное состояние 11

Васьков А.Г., Тягунов М.Г., Шеин В.Я., Шестопалова Т.А., Шуверов Е.Л.

Подготовка кадров и научные исследования на базе учебно-экспериментального полигона «Возобновляемые источники энергии» Московского энергетического института 19

Бляшко Я.И.

Инновационные решения при использовании ресурсов в малой гидроэнергетике 25

Томаров Г.В.

Разработка геотермального оборудования и сооружение Верхне-Мутновской и Мутновской геотермальных станций 32

Хе Хайян, Тягунов М.Г., Ту Рейн Мин

Выбор и оптимизация гибридных энергетических систем в отдалённых районах Китая 40

Андреев Т.И., Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю., Тулегенова А.А.

Энергетический потенциал органических отходов 59

Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)

Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) (03.01.06)

Чернова Н.И., Киселева С.В.

Современные технологии конверсии биомассы микроводорослей в различные виды биотоплива 68

Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)

Щеклеин С.Е., Велькин В.И., Немихин Ю.Е., Попов А.И., Балдин В.Ю.,

Коржавин С.А., Алван Н.Т.

Опыт Уральского федерального университета по подготовке специалистов в области возобновляемых источников энергии 75

Теория и методика профессионального образования (13.00.08)

Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)

Кирпичникова И.М., Заварухин В.А., Сологубов А.Ю., Шестакова В.В.

Результаты научных исследований и подготовки специалистов по возобновляемой энергетике в Южно-Уральском государственном университете 90

Электрические станции и электроэнергетические системы (05.14.02)

Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)

Илюшин П.В.

Интеграция электростанций на основе возобновляемых источников энергии в Единую энергетическую систему России: обзор проблемных вопросов и подходов к их решению 98

Промышленная теплоэнергетика (05.14.04)
Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)

Харченко В.В., Сычёв А.О.

Использование низкопотенциальной теплоты водотоков
 в системах теплонасосного теплоснабжения в условиях средней полосы России 108

Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (05.14.08)
Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) (03.01.06)

Панцхава Е.С.

Развитие биоэнергетики, как одного из направлений возобновляемых источников
 энергии в России 117

Информатика, вычислительная техника и управление

*Автоматизация и управление технологическими процессами
 и производствами (05.13.06)*

Аракелян Э.К., Андрюшин А.В., Ягупова Ю.Ю., Мезин С.В.

Оптимизации режимов теплофикационной установки энергоблока
 теплоэлектроцентрали при регулировании графика электрической нагрузки 122

Математика

*Дифференциальные уравнения, динамические системы
 и оптимальное управление (01.01.02)*

Расулов А.Б., Федоров Ю.С.

О задаче Пуанкаре для уравнения Стокса–Бицадзе со сверхсингулярной точкой
 в младших коэффициентах 130

Педагогика

Теория и методика профессионального образования (13.00.08)

Кулик И.А., Соколова Ю.В.

Особенности реализации практико-ориентированного подхода
 в инженерном образовании в эпоху глобальной цифровизации 138

Contents

Power Engineering

Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)

Bezrukikh P.P.

Renewable Energy in Russia: Development History and Current State..... 11

Vas'kov A.G., Tyagunov M.G., Shein V.Ya., Shestopalova T.A., Shuverov E.L.

Staff Training and Scientific Research Activities on the Basis of the Moscow Power Engineering Institute's Renewable Energy Sources Educational and Experimental Site..... 19

Blyashko Ya.I.

Innovative Solutions in Using Small Hydro Resources..... 25

Tomarov G.V.

Development of Geothermal Equipment for and Construction of the Verkhne-Mutnovsk and Mutnovsk Geothermal Power Plants..... 32

He Haiyang, Tyagunov M.G., Thu Rein Min

Selection and Optimization of Hybrid Power Systems in Remote Areas of China 40

Andreenko T.I., Kiseleva S.V., Rafikova Yu.Yu., Tulegenova A.A.

Organic Waste Energy Potential 59

Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)

Biotechnology (Including Bionanotechnology) (03.01.06)

Chernova N.I., Kiseleva S.V.

Modern Technologies for Converting Microalgae Biomass into Various Kinds of Biofuel..... 68

Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)

Shcheklein S.E., Vel'kin V.I., Nemikhin Yu.E., Popov A.I., Baldin V.Yu., Korzhavin S.A., Alvan N.T.

Experience of the Ural Federal University in Training Specialists in the Field of Renewable Energy Sources 75

Theory and Methods of Professional Education (13.00.08)

Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)

Kirpichnikova I.M., Zavarukhin V.A., Sologubov A.Yu., Shestakova V.V.

Results of Scientific Research and Training of Specialists in Renewable Energy at the South Ural State University 90

Electric Power Plants and Electric Power Systems (05.14.02)

Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)

Ilyushin P.V.

Integration of RES-based Power Plants into the Unified Energy System of Russia: Problematic Issues and Approaches to Solving Them..... 98

Industrial Thermal Engineering (05.14.04)

Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)

Kharchenko V.V., Sychev A.O.

Using the Low-grade Heat of Watercourses for Heat Pump Based Heat Supply Systems under the Conditions of Central Russia..... 108

*Power Installations Using Renewable Kinds of Energy (05.14.08)
Biotechnology (Including Bionanotechnology) (03.01.06)*

Pantskhava E.S.

Development of Bioenergy as One of RES Development Areas in Russia 117

Informatics, Computer Engineering and Control

*Automation and Control of Technological Processes and Production Lines
(05.13.06)*

Arakelyan E.K., Andryushin A.V., Yagupova Yu.Yu., Mezin S.V.

Optimizing the CHPP Unit Heat Supply System Modes in Regulating
the Electric Load Schedule 122

Mathematics

Differential Equations, Dynamical Systems and Optimal Controls (01.01.02)

Rasulov A.B., Fedorov Yu.S.

On the Poincare Problem for the Stokes-Bitsadze Equation with a Supersingular Point
in Minor Term Coefficients 130

Pedagogy

Theory and Methods of Professional Education (13.00.08)

Kulik I.A., Sokolova Yu.V.

Peculiarities of Implementing a Practice-Oriented Approach to Engineering Education
in the Digital Era 138
