



ISJAE

№ 07
(424)
2024

ISSN 1608-8298
Выходит один раз в месяц
Издаётся с июля 2000 г.



Международный научный журнал
«Альтернативная энергетика и экология»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР А.Л. ГУСЕВ

Руководитель группы компаний «Водород»

452613, Башкортостан респ., г. Октябрьский, 35-й мкр., дом 9А, абонентский ящик № 33
Phone: +7(937) 229-21-01; +7(904)6720397; +382 69 260 722; whats App: +79046720397; telegram: +38269260722;

E-mail: gusev@hydrogen.ru; ceo@yaalgusev.ru; alexandergusev777@gmail.com; skype: aleksandr_tata

НАУЧНЫЙ СОВЕТ

С.М. Алдошин, акад. РАН (ИПХФ РАН, Черноголовка, Россия),
зам. главного редактора ISJAE
О.М. Алифанов, чл.-корр. РАН (МАИ, Москва, Россия)
Р.А. Амерханов, д-р техн. наук, проф. (Кубанский гос. аграрный университет,
Краснодар, Россия)
М.В. Ананьев, д-р хим. наук (ТОТЭ, ИВТЭ УрО РАН, Россия)
В.М. Андреев, проф. (ФТИ им. Иоффе, С.-Петербург, Россия)
В.М. Арутюнян, акад. НАН Армении (Ереванский гос. университет, Ереван,
Армения)
А.М. Архаров, д-р техн. наук (МГТУ им. Баумана, Москва, Россия)
Э.А. Бекиров, д-р техн. наук, проф. (КФУ, Симферополь, Россия)
Д.Г. Бессарабов, канд. техн. наук, Южно-Африканский центр DST
«HySA Infrastructure»
Дж. О'М. Бокрис, проф. (Гейнсвилл, США)
В.М. Бузник, акад. РАН (ИТЦ РАН, Москва, Россия)
В.А. Бутузов, д-р техн. наук («Южтепло», Краснодар, Россия)
Т.Н. Везируглу, д-р проф., президент МАВЭ, зам. гл. ред. ISJAE
Е.А. Везируглу, д-р проф., главный редактор International Journal
of Hydrogen Energy (IJHE)
И.А. Габиев, д-р техн. наук, проф., (Азербайджан)
А.Г. Галеев, д-р техн. наук, проф. (ФКП НИЦ РКП, Сергиев Посад, Россия)
А.А. Гарибов, д-р хим. наук (ИРП НАН Азербайджана)
С.А. Григорьев, д-р техн. наук (НИУ «МЭИ», Москва, Россия)
Е.А. Гудилин, чл.-корр. РАН (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия),
зам. главного редактора ISJAE
Ю.А. Добровольский, д-р хим. наук (ИПХФ РАН, Черноголовка, Россия)
А.М. Домашенко, канд. техн. наук (ОАО «Криогенмаш», Балашиха, Россия)
В.В. Елистратов, д-р техн. наук (НОЦ «Возобновляемые источники энергии»
СПбГПУ, Санкт-Петербург, Россия)
О.Н. Ефимов, канд. хим. наук (ИПХФ РАН, Черноголовка, Россия)
А.З. Жук, д-р физ.-мат. наук (ОИВТ РАН, Москва, Россия)
М. Иоелович, д-р хим. наук (Designer Energy Company, Израиль)
Г.И. Исаков, д-р физ.-мат. наук (Институт физики НАН Азербайджана, Баку,
Азербайджан), зам. главного редактора ISJAE
А.Г. Забродский, академик РАН (ФТИ им. Иоффе, С.-Пб, Россия)
Ю.П. Зайков, д-р хим. наук (УрФУ)
Я. Клеперис, д-р физ.-мат. наук (Латвийский ун-т, Рига, Латвия)
А.С. Коротева, акад. РАН (ФГУП «Центр Келдыша», Москва, Россия)
Б.Н. Кузык, чл.-корр. РАН (НИИ НЭП, Москва, Россия)
С.О. Кудря, д-р техн. наук (ИВЭ НАН Украины, Киев)
В.В. Куршева, канд. хим. наук (НТЦ «ТАТА», Саров, Россия)
А.М. Липанов, акад. РАН (УдНЦ УрО РАН, Ижевск, Россия)
В.М. Лятхер, д-р техн. наук (New Energetics, Кливленд, США)
В.А. Лопота, чл.-корр. РАН (РКК «Энергия» им. С.П. Королева, Россия)

В.В. Лунин, акад. РАН (МГУ, Москва, Россия)
М. Лутовац, акад., проф. (Университет «УНИОН», Белград, Сербия)
Р.Х. Меликов, к-т.тех.наук, (Азербайджан)
Ч. Марчетти, проф. (Сиени, Италия)
Г.А. Месяц, акад. РАН (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,
Москва, Россия)
Н.Н. Мхитарян, чл.-корр. НАН Украины (ИВЭ НАН Украины, Киев)
И.М. Неклюдов, акад. НАН Украины (ХФТИ, Харьков, Украина)
В.Н. Пармон, акад. РАН (Институт катализа им. Г.К. Борескова СОРАН,
Новосибирск, Россия)
А.М. Пенджиев, д-р с.-х. наук (Туркменский гос. архитектурно-
строительный институт, Ашхабад, Туркменистан)
Н.Н. Пономарев-Степной, акад. РАН (РНИЦ «Курчатовский институт»,
Москва, Россия)
О.С. Попель, д-р техн. наук (ОИВТ РАН, Москва, Россия)
В.Я. Попкова, д-р хим. наук (АО «Байер», Москва, Россия)
М.А. Прелас, проф. (У-т Миссури-Коламбия, Коламбия, США)
А.Ю. Раменский, канд. техн. наук, президент НАВЭ РФ (Россия, Москва),
зам. гл. редактора ISJAE
В.С. Рачук, д-р техн. наук, проф. (ОАО «КБХА», Воронеж, Россия)
И.А. Рахматуллаев, д-р физ.-мат. наук, ведущий науч. сотрудник Центра
передовых технологий при Министерстве инновационного развития
Республики Узбекистан
П.Ф. Рзаев, д-р техн. наук (ИРП НАН Азербайджана)
В.Ф. Резцов, чл.-корр. НАНУ (ИВЭ НАН Украины, Киев)
О.М. Саламов, канд. физ.-мат. наук (ИРП НАН Азербайджана)
П. Сан-Грегуйар, проф. (Университет Тулон-Вара, Франция), зам. главного
редактора ISJAE
В.А. Сафонов, д-р техн. наук, проф. (Институт ядерной энергии и
промышленности СевГУ, Севастополь, Россия)
Е.В. Соломин, д-р техн. наук (Южно-Уральский гос. университет,
Челябинск, Россия)
А.Я. Столяревский, д-р техн. наук (Центр КОРТЭС, Россия), зам. главного
редактора ISJAE
А.В. Стрелец, канд. техн. наук (ФГБНУ «Дирекция научно-техн. программ»,
Москва, Россия)
Б.П. Тарасов, канд. хим. наук (ИПХФ РАН, Черноголовка, Россия)
Т. Троциковский, д-р наук в области управления, проф. Президент
Европейского научного фонда «Институт Инновации» (Польша, Варшава)
М.Д. Хэмптон, д-р проф. (Университет центральной Флориды, США), зам.
главного редактора ISJAE
А.Ю. Цивадзе, акад. РАН (ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва, Россия)
Ю.Н. Шалимов, д-р техн. наук (ВГТУ, Воронеж, Россия)
С.Е. Шеклеин, д-р техн. наук, проф. (УрФУ, Россия)

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ (2014) – 5,694. Журнал зарегистрирован Международным центром ЮНЕСКО в 2000 г. (название: «Al'ternativnaia energetika i ekologiya», краткое название: «Al'tern. energ. ecol.», ISSN 1608-8298. тематика журнала одобрена Международной ассоциацией водородной энергетики (МАВЭ) и Международным центром развития водородной энергетики Департамента по вопросам промышленного развития ООН (UNIDO-ICHET). Журнал включен в диссертационный перечень ВАК. Журнал индексируется в Google Scholar (GS – 18000); в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ – 2462). Индекс Хирша за 10 лет – 12; индекс Херфиндала по организациям авторов – 261. Журнал включен в базу данных CROSSREF (цифровой идентификатор DOI) в 2014 г.

Награды журнала: Медаль Рентгена (2007 г.), Диплом Фонда им. В.И. Вернадского и Комитета по экологии Государственной Думы ФС РФ (2007 г.), Премия «Российский Энергетический Олимп – 2008». Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ. Журнал включен в каталоги: «Роспечать» (индекс 20487), Объединенный каталог «Пресса России. Российские и зарубежные газеты и журналы» (индекс 41935), «Интерпочта-2003». Полные электронные версии статей представлены на сайте Научной электронной библиотеки: <http://e-library.ru>, на сайте Международного научного журнала АЭЭ: <http://isjaee.hydrogen.ru>, а также на сайте: Международного научного и образовательного портала «Водород»: <http://www.hydrogen.ru>.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-21881) от 14 сентября 2005 г. Показатель Международного научного журнала «Альтернативная энергетика и экология» в рейтинге SCIENCE INDEX за 2015 г. – 11,360. Место Международного научного журнала АЭЭ в общем рейтинге SCIENCE INDEX за 2015 г. – 5; по тематике «Охрана окружающей среды. Экология человека» – 1; по тематике «Энергетика» – 1. Переводная версия журнала (IJHE) включена в SCOPUS (IF = 3,5) и Web of Science (IF = 1,5). транслитерация списка литературы по BSI.



ISJAE



ISJAEE

*International Scientific Journal for
Alternative Energy and Ecology*

**№ 07
(424)
2024**

ISSN 1608-8298
1 times per month
Found in July 2000



EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF A. L. GUSEV

Leader of «Hydrogen» Group of Companies

452613, Russia, Bashkortostan Rep., Okt'yabrsky, 35th mkrn., house 9a, Post Box Office 33
Phone: +7(937) 229-21-01; +7(904)6720397; +382 69 260 722; whats App: +79046720397; telegram: +38269260722;

E-mail: gusev@hydrogen.ru; ceo@yaalgusev.ru; alexandergusev777@gmail.com; skype: aleksandr_tata

НАУЧНЫЙ СОБЕТ

S.M. Aldoshin, Acad. RAS (IPCP RAS, Chernogolovka, Russia),
deputy editor-in-chief of ISJAEE
O.M. Alifanov, Member Corr. RAS (MAI, Moscow, Russia)
R.A. Amerkhanov, Prof. (Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia)
M.V. Ananyev D.Sc. (SOFC, IITE of the UB of the RAS)
V.M. Andreev, Prof. (A.F. Ioffe PhTI of RAS, St.-Petersburg)
A.M. Arharov, Prof. (Bauman MSTU, Moscow, Russia)
V.M. Aroutiounian, Acad. NAS of Armenia (Yerevan State University, Yerevan, Armenia)
E.A. Bekirov, D.Sc., Prof. (CFU, Simferopol. Russia)
D.G. Bessarabov, Ph.D., South African National DST Center
"HySa Infrastructure"
J. O'M. Bockris, Prof. (Gainesville, USA)
V.A. Butuzov, Prof. ("Uuzhgeoteplo", Krasnodar, Russia)
V.M. Buznik, Acad. RAS (ITC RAS, Moscow, Russia)
Yu.A. Dobrovolskiy, Prof. (IPCP RAS, Chernogolovka, Russia)
A.M. Domashenko, Prof. ("Kriogenmash", Balashikha, Russia)
O.N. Efimov, D.Sc. (IPCP RAS, Chernogolovka, Russia)
V.V. Elistratov, Prof. (SEC "RES", S.-Peterburg, Russia)
I.A. Gabibov, Dr. tech. Sciences, Prof. (Azerbaijan)
A.G. Galeev, Prof. (Science and Research Center of Rocket and Space
Production, Sergiev Posad, Russia)
A.A. Garibov, Prof. (IRP NAS, Azerbaijan)
E.A. Goodilin, Member Corresponding RAS (FMS MSU, Moscow, Russia),
deputy editor-in-chief of ISJAEE
S.A. Grigoriev, Ph.D., D.Sc. (NRU "MEI", Moscow, Russia)
M.D. Hampton, Prof. (University of Central Florida, USA),
deputy editor-in-chief of ISJAEE
M. Ioelovich, D.Sc. (Designer Energy Company, Israel)
G.I. Isakov, Prof. (Institute of Physics of NAS of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan),
deputy editor-in-chief of ISJAEE
J. Kleperis, D.Sc. (University of Latvia, Riga, Latvia)
A.S. Koroteev, Acad. RAS (Keldysh Research Center, Moscow, Russia)
O. Kudrya, Prof. (IRE of NAS of Ukraine, Kiev)
V.V. Kursheva, D.Sc. (STC "TATA", Sarov, Russia)
B.N. Kuzyk, Member Corresponding RAS (NIK NEP, Moscow, Russia)
A.M. Lipanov, Acad. RAS (UdSc Urb RAS, Izhevsk, Russia)
V.A. Lopota, Member Corresponding RAS (S.P. Korolev Rocket
and Space Corporation "Energia", Russia)
V.V. Lunin, Acad. RAS (MSU, Moscow, Russia)
M. Lutovaz, Acad. (FPIM University "UNION", Belgrade, Serbia)
V.M. Lyatkher, Prof. (New Energetics Inc., Cleveland, USA)
R.H. Malikov, Candidate of Technical Sciences, (Azerbaijan)
Ch. Marchetti, Prof. (Sieci, Italy)
N.N. Mkhitarian, Member Corr. NASU (IRE of NAS of Ukraine, Kiev)

G.A. Mesyats, Acad. RAS (Physics Institute of them. P. N. Lebedev of RAS,
Moscow, Russia)
I.M. Neklyudov, Acad. RAS of Ukraine (KPTI, Khar'kov, Ukraine)
V.N. Parmon, Acad. RAS (Boreskov Institute of Catalysis of SD RAS,
Novosibirsk, Russia)
A.M. Penjiev, Prof. (Turkmen State Architecturally-Building Institute, Ashgabat,
Turkmenistan)
N.N. Ponomaryov-Stepnoy, Acad. RAS (RRC "Kurchatov Institute", Moscow,
Russia)
O.S. Popel', Prof. (UIHT of RAS, Moscow, Russia)
V.Ya. Popkova, Prof. (A/O Bayer, Moscow, Russia)
M.A. Prelas, Prof. (Univ. of Missouri-Columbia, Columbia, USA)
V.S. Rachuk, Prof. (OSC KBKhA, Voronezh, Russia)
A.Yu. Ramenskiy, Ph.D., President of the National Hydrogen Energy
Association (NHEA) (Moscow, Russia), deputy editor-in-chief of ISJAEE
I.A. Rakhmatullaev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Leading
Researcher of the Center for Advanced Technology under the Ministry of
Innovative Development of the Republic of Uzbekistan
V.F. Reztsov, Member Corr. NASU (IRE of NASU, Kiev)
P.F. Rzaev, Prof. (IRP NAS, Azerbaijan)
V.A. Safonov, D.Sc., Prof. (Institute of Nuclear Energy and Industry of SevSU,
Sevastopol, Russia)
P. Saint-Gregoire, Prof. (University of Toulon and Var, France),
deputy editor-in-chief of ISJAEE
O.M. Salamov, PhD (IRP NAS, Azerbaijan)
Y.N. Shalimov, Prof. (VSTU, Voronezh, Russia)
S.E. Shcheklein, Prof. (UrFU, Russia)
E.V. Solomin, Prof. (South Ural State University, Russia)
A.Ya. Stolyarevsky, Prof. (Center CORTES, Russia),
deputy editor-in-chief of ISJAEE
A.V. Strelets, Dr. (FCSTP, Moscow, Russia)
B.P. Tarasov, Dr. (IPCP RAS, Chernogolovka, Russia)
T. Trotsikovskiy, Ph.D. in Management, prof., President of the European
Innovation Research (Poland, Warsaw)
A.Yu. Tsvizade, Acad. RAS (A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry
and Electrochemistry, Moscow, Russia)
T.N. Veziroglu, Dr., Prof., Prezident of International Association for Hydrogen
Energy, deputy editor-in-chief of ISJAEE
E.A. Veziroglu, Dr., Prof., editor-in-chief of International Journal of Hydrogen
Energy (IJHE)
A.Z. Zhuk, Prof. (ITPhES RAS, Moscow, Russia)
Yu.P. Zaikov, Prof. (UrB RAS, Russia)
A.G. Zabrodsky, Academician RAS (A.F. Ioffe Physical-Technical Institute
of RAS, St.-Petersburg)



Two-year Impact Factor of Russian Science Citation Index (2014) – 5,694; h-index for 10 years – 12. Herfindahl index of the authors' organizations – 261.
The journal is registered in UNESCO in ISSN International Centre in 2000 (key title: "Alternativnaa energetika i ekologiya", abbreviated key title: "Al'tern. energ. ecol."), ISSN 1608-8298. The subjects of the journal are approved by International Association for Hydrogen Energy (IAHE). The journal has been included into the "List of leading reviewed scientific journals and editions in which the basic scientific results of dissertations on competition of scientific degrees of Doctors and Candidate of Sciences (Ph.D. and D.Sc.) should be published" according to the decision of Presidium of the Higher Certifying Commission. The journal has been included into catalogues: "Rospechat" (20487), Joined catalogue "Press of Russia. Russian and foreign newspapers and journals" (41935), "Interpochta-2003".
Journal awards: Röntgen Medal (2007), Award of V. I. Vernadsky fund and RF State Committee for Ecology (2007). The Premium "Russian Energetic Olympus – 2008".

The journal has been included into the abstract journal and data base VINITI; and and CROSS REF (DOI) in 2014. The journal is indexed in Google Scholar (GS – 18000); and Russian Science Citation Index (2462). Full version of papers has been presented at Scientific electronic library <http://e-library.ru>, web-site of International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology <http://isjaee.hydrogen.ru>, and International Information and Education Portal "Hydrogen" <http://www.hydrogen.ru>. The journal has been registered at Russian Federal Service on Supervision of Observance of the Legislation in Sphere of Mass Communications and Protection of a Cultural Heritage (Certificate PI No FC77-21881) September 14, 2005.

Position of ISJAEE in SCIENCE INDEX rating for 2015 – 11,360; in General Rating for 2015 – 5; on the topic "Environmental Protection Human Ecology" – 1; on the topic "Energy" – 1. Translated version (IJHE) is included into Scopus (IF = 3,5) and Web of Science (IF = 1,5) as well as international databases.



ISJAEE

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель: Президент IAAEE А.Л. Гусев

Сопредседатель: член-корр. РАН Е.А. Гудилин

Члены Международного редакционного комитета (МКР) представлены на стр. 196-202 по закреплённым тематическим направлениям и тематическим секциям

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ СОВЕТ РЕДАКЦИИ

Председатель: акад. РАН Н.Н. Пономарев-Степной

Сопредседатели: академик РАН В.Н. Пармон

академик РАН С.М. Алдошин

Члены Международного научно-консультативного совета редакции (МНКСП) представлены на стр. 196-202 по закреплённым тематическим направлениям и тематическим секциям

СОВЕТ ЭКСПЕРТОВ

Председатель: А.Л. Гусев

Сопредседатели:

Б.П. Тарасов, А.Я. Столяревский
Р.А. Амерханов (Краснодар, Россия)
Л.Ф. Беловодский (Саров, Россия)
А.Г. Галеев (Сергиев Посад, Россия)
Е.А. Гудилин (Москва, Россия)
А.М. Домашенко (Балашиха, Россия)
О.С. Попель (Москва, Россия)
В.А. Хуснутдинов (Москва, Россия)

МЕМОРИАЛ

Я.Б. Данилевич	Ю.А. Рыжов
А.В. Елютин	Ю.Д. Третьяков
С.П. Капица	Ю.К. Завалишин
В.И. Куприянов	М.А. Казарян
А.А. Макаров	Ю.А. Трутнев
С.П. Малышенко	В.Е. Фортон
В.Е. Накоряков	А.Р. Щекин
В.А. Гольцов	Л.Ф. Гольцова
З.Р. Исмагилов	

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОВЕТ РЕЦЕНЗЕНТОВ

Председатель: Т.Н. Везируглу

Р.А. Амерханов (Краснодар, Россия)
В.М. Арутюнян (Ереван, Армения)
П.Г. Бережко (Саров, Россия)
В.А. Бутузов (Краснодар, Россия)
М.В. Воробьева (Москва, Россия)
А.Г. Галеев (Сергиев Посад, Россия)
Е.А. Гудилин (Москва, Россия)
А.Л. Гусев (Саров, Россия)
А.Л. Дмитриев (Санкт-Петербург, Россия)
А.М. Домашенко (Балашиха, Россия)
О.Н. Ефимов (Черноголовка, Россия)
Г.И. Исаков (Баку, Азербайджан)
Ф. Караосман оглу (Стамбул, Турция)
Я. Клеперис (Рига, Латвия)
Ю.С. Нечаев (Москва, Россия)
А.Т. Пономаренко (Москва, Россия)
О.С. Попель (Москва, Россия)
Л.В. Спивак (Пермь, Россия)
Б.В. Спицын (Москва, Россия)
А.Я. Столяревский (Москва, Россия)
Е.М. Тарараева (Москва, Россия)
Б.П. Тарасов (Черноголовка, Россия)
Г.Л. Хорасанов (Обнинск, Россия)
М.Д. Хэмптон (Орландо, США)
Ю.М. Шульга (Черноголовка, Россия)
Ю. Шунман (Делфт, Нидерланды)

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Chairman: President IAAEE A.L. Gusev

Co-Chairman: Member Corresponding of the RAS E.A. Goodilin

Members of the International Editorial Board (IEB) on specified topics and topical sections are presented on pages 203-209

INTERNATIONAL EDITORIAL ADVISORY BOARD

Chairman: Academician of the RAS N.N. Ponomaryov-Stepnoy

Co-Chairmans: Academician of the RAS V.N. Parmon,

Academician of the RAS S.M. Aldoshin

Members of the International Editorial Advisory Board (IEAB) on specified topics and topical sections are presented on pages 203-209

EXPERTS BOARD

Chairman: A.L. Gusev

Co-Chairmans:

Б.П. Тарасов, З.Р. Исмагилов
Р.А. Амерханов (Russia, Krasnodar)
Л.Ф. Belovodsky (Russia, Sarov)
А.М. Domashenko (Russia, Balashikha)
А.Г. Galeev (Russia, Sergiev Posad)
Е.А. Goodilin (Russia, Moscow)
В.А. Khusnutdinov (Russia, Moscow)
О.С. Popel' (Russia, Moscow)

MEMORIAL

Ya.B. Danilevich	Yu.A. Ryjov
A.V. Elyutin	Yu.D. Tretiakov
S.P. Kapitza	Yu.K. Zavalishin
V.I. Kupriyanov	M.A. Kazaryan
A.A. Makarov	Yu.A. Trutnev
S.P. Malysenko	V.E. Fortov
V.E. Nakoryakov	A.R. Shcekin
V.A. Gol'tsov	L.F. Gol'tsova
Z.R. Ismagilov	

INTERNATIONAL REVIEWERS BOARD

Chairman: T.N. Veziruglu

R.A. Amerkhanov (Russia, Krasnodar)
V.M. Aroutiounian (Armenia, Yerevan)
P.G. Berezhko (Russia, Sarov)
V.A. Butuzov (Russia, Krasnodar)
A.L. Dmitriev (Russia, S.-Petersburg)
A.M. Domashenko (Russia, Balashikha)
O.N. Efimov (Russia, Chernogolovka)
A.G. Galeev (Russia, Sergiev Posad)
E.A. Goodilin (Russia, Moscow)
A.L. Gusev (Russia, Sarov)
M.D. Hampton (USA, Orlando)
G.I. Isakov (Azerbaijan, Baku)
F. Karaosman oglu (Turkey, Istanbul)
G.L. Khorasanov (Russia, Obninsk)
J. Kleperis (Latvia, Riga)
Yu.S. Nechaev (Russia, Moscow)
A.T. Ponomarenko (Russia, Moscow)
O.S. Popel' (Russia, Moscow)
Yu.M. Shul'ga (Russia, Chernogolovka)
Yu. Shoonman (Netherlands, Delft)
B.V. Spitsyn (Russia, Moscow)
L.V. Spivak (Russia, Perm')
A.Ya. Stolyarevskiy (Russia, Moscow)
E.M. Tararaeva (Russia, Moscow)
B.P. Tarasov (Russia, Chernogolovka)
M.V. Vorobyova (Russia, Moscow)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ И ДЕЛОВОЙ КЛУБ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОЛОГИИ INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND BUSINESS CLUB FOR ALTERNATIVE ENERGY AND ECOLOGY



В ЭТОМ НОМЕРЕ



IN THIS ISSUE

**ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ
ЭНЕРГЕТИКА**



**RENEWABLE
ENERGY**

**НЕВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ
ЭНЕРГЕТИКА**



**NONRENEWABLE
ENERGY**

**ТЕРМОЯДЕРНАЯ
ЭНЕРГЕТИКА**



**THERMONUCLEAR
ENERGY**

**ВОДОРОДНАЯ
ЭКОНОМИКА**



**HYDROGEN
ECONOMY**

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**



**STRUCTURAL
MATERIALS**

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ АЭЭ**



**THERMODYNAMIC
BASICS OF AEE**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ЭНЕРГЕТИКИ**



**ENVIRONMENTAL ASPECTS
ENERGY**

**ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА, СМИ,
ПОДДЕРЖКА ГОСУДАРСТВА**



**LEGISLATIVE BASIS,
MASS MEDIA, STATE SUPPORT**

**КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
И ОБРАЗОВАНИЕ**



**PERSONNEL MANAGMENT
AND EDUCATION**

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
АЭЭ**



**ECOMIC ASPECTS
OF AEE**

**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ,
ТЕХНОЛОГИИ, УСТРОЙСТВА
И ИХ ВНЕДРЕНИЕ**



**INNOVATION SOLUTIONS
TECHNOLOGIES, FACILITIES
AND THEIR INOVATION**



В ЭТОМ НОМЕРЕ



IN THIS ISSUE

ТРАНСПОРТНЫЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА



ENVIRONMENTAL
VEHICLES

ДОБЫЧА
ПРИРОДНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



RECOVERY
TECHNIQUES

КАТАЛИЗ В АЭЭ



CATALYSIS FOR AEE

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



ENERGY SAVING

ПРОБЛЕМЫ
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА



PROBLEMS
OF OIL AND GAS COMPLEX

ОПТИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВА



OPTICAL
PHENOMENA AND FACILITIES

ГАЗОТУРБИННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



GAS TURBINE
TECHNOLOGY

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ
ПРОИЗВОДСТВА



ENVIRONMENTALLY
CONSCIOUS FACTORIES

ПРОБЛЕМЫ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА



ISSUES
OF AGRICULTURE

НАУКИ О ЗЕМЛЕ



EARTH SCIENCES

ИНФОРМАЦИЯ
В ОБЛАСТИ АЭЭ



INFORMATION FOR AEE



International Publishing House of scientific periodicals «Space»



Международный издательский дом научной периодики «Спейс»



СОДЕРЖАНИЕ

I. ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

1. Солнечная энергетика

1-2-0-0 Солнечно-водородная энергетика

Содилов Т. Б.

Разработка устройства для очистки фотоэлектрической батареи от пыли.....12

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.012-020

1-3-0-0 Солнечные электростанции

1-3-1-0 Кремниевые солнечные электростанции

Наджафов Б. А., Насиров Ш. Н., Нейметов С. Р.

Общая характеристика аморфных сплавов кремния. Гидрогенизация, кристаллизация и полимеризация21

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.021-040

1-3-3-0 Фотоэлементы

Кирихин Я. А., Макеев А. Н.

Фотоэлектрические преобразователи на основе квантовых точек41

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.041-053

1-4-0-0 Наземные солнечные станции

Юлдошев И. А., Шогучкаров С. К., Рустамова Ш. Ш., Курбанов Ю. М., Абриев Ш. А.

Фотоэлектрическая установка с устройством очистки от снежного и ледяного покрова54

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.054-066

2. Ветроэнергетика

2-5-0-0 Гибридные ветроустановки

Захидов Р. А., Мамадалиев Ж. Х.

Вопросы повышения производства энергии на малых гидроэлектрических станциях, комбинированных с возобновляемыми источниками энергии.....67

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.067-074

5. Энергия биомассы

5-3-0-0 Энергия биомассы и экология

Гайдамака С. Н., Гладченко М. А., Корнилов И. В., Рязанов М. Н., Герасимов М. А., Корнилова А. А.

Анаэробное разложение отходов кормов для домашних животных как сырьевого источника для получения водорода из метана.....75

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.075-091

Михеева Э. Р., Катраева И. В., Ковалев А. А., Шехурдина С. В., Журавлева Е. А., Лайкова А. А., Ковалев Д. А., Литти Ю. В. Оптимизация двухстадийного термофильного анаэробного сбраживания сточных вод молочного производства: влияние материала носителя на производительность процесса и микробное сообщество.	92
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.092-120	

IV. ВОДОРОДНАЯ ЭКОНОМИКА

12. Водородная экономика

12-6-0-0 Транспортирование водорода

12-6-1-0 Транспортирование жидких криогенных продуктов по трубопроводам

Гусев А. Л., Гафаров А. М., Сулейманов П. Х., Габибов И.А., Маликов Р. Х., Гасанов Я. Г., Лёвина А. И., Михеев П. Ю., Уфа Р. А. Проект создания Трансадриатического криогенного жидкостного водородного трубопровода с водородной инфраструктурой и генерирующими мощностями. Надежность и эксплуатационные аспекты.....	121
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.121-182	

X. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА, АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИИ

24. Экономические аспекты энергетического перехода

24-6-0-0 Экономика технологий энергетического перехода

24-6-2-1 Региональная и отраслевая экономика

Ишков А. Г., Жданев О. В., Романов К. В., Колошкин Е. А., Куликов Д. В., Михайлов А. М., Джусь К. А., Лугвицук Д. С., Богдан И. Б., Маслова Е. В. Методологические подходы к оценке углеродного следа и сертификации низкоуглеродного водорода.	183
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.183-208	

XI. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИИ, УСТРОЙСТВА И ИХ ВНЕДРЕНИЕ

26. Инновационные решения в области энергетики и альтернативной энергетики

Матренин П. В., Гуломзода А. Х., Сафаралиев М. Х., Тавлинцев А. С. Q-обучаемая модель дискретного управления для системы накопления энергии с водородной установкой автономной гибридной электростанции железнодорожной подстанции.	209
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.209-228	
Мохаммад Альджаиди, Гассан Самара, Маниш Кумар Сингла, Аюб Алсархан, Мохаммад Хасан, Сафаралиев М. Х., Матренин П. В., Тавлинцев А. С. Подход к оптимизации на основе роя частиц для определения местоположения зарядных станций электромобилей в умных городах	229
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.229-249	

Манприт Сингх, Маниш Кумар Сингла, Муродбек Сафаралиев,
Кулвиндер Сингх, Исмоил Одинаев, Амир Абдель Менаем

Достижения и проблемы интеграции топливных элементов в электромобили: комплексный анализ250
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.250-271

XXII. ИНФОРМАЦИЯ В ОБЛАСТИ АЭЭ

41-6-0-0 Рекламные материалы научных организаций,
инвестиционных фирм и фирм-производителей

Рекламные материалы научных организаций,
инвестиционных фирм и фирм-производителей.....272

41. Информация

Новости.....274

На 1-й стр. обложки: Выпуск посвящен 25-летию создания Концепции Альтернативной Энергетики и Экологии (САЭЭ, 2000, А.Л. Гусев и Т.Н. Везироглу)

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ (2015) – 5,694.

Индекс Хирша за 10 лет – 12; индекс Херфиндаля по организациям авторов – 261.

Переводная версия журнала (IJNE) входит в Scopus и Web of Science, а также в международные базы данных.

Транслитерация списка литературы по BSI.

Показатель Международного научного журнала «Альтернативная энергетика и экология» в рейтинге SCIENCE INDEX за 2015 – 11,360.

Место Международного научного журнала АЭЭ в рейтинге SCIENCE INDEX за 2015 г. по тематике «Охрана окружающей среды. Экология человека» – 1

Место Международного научного журнала АЭЭ в рейтинге SCIENCE INDEX за 2015 г. по тематике «Энергетика» – 1

Место Международного научного журнала АЭЭ в общем рейтинге SCIENCE INDEX за 2015 г. – 5



Учредитель, издатель и редакция

Научно-технический центр «ТАТА»

Генеральный директор А.Л. Гусев

E-mail: gusev@hydrogen.ru

Почтовый адрес:

452613, Башкортостан респ., г. Октябрьский, 35-й мкр.,

дом 9А, абонентский ящик № 33

Phone: +7(937) 229-21-01; +7(904)6720397; +382 69 260 722;

whats App: +79046720397; telegram: +38269260722;

e-mail: gusev@hydrogen.ru; ceo@yaalgusev.ru;

alexandergusev777@gmail.com; skype: aleksandr_tata



Основной партнер

Институт водородной экономики

Генеральный директор А.Л. Гусев

E-mail: gusev@hydrogen.ru

Почтовый адрес:

452613, Башкортостан респ., г. Октябрьский, 35-й мкр.,

дом 9А, абонентский ящик № 33

Phone: +7(937) 229-21-01; +7(904)6720397; +38269260722;

whats App: +79046720397; telegram: +38269260722;

e-mail: gusev@hydrogen.ru;

ceo@yaalgusev.ru; alexandergusev777@gmail.com;

skype: aleksandr_tata

Все права принадлежат ООО НТЦ «ТАТА» по лицензионному договору с Владелец интеллектуальной собственности Александром Леонидовичем Гусевым.

**Заведующий редакцией, гл. редактор
сайта <http://isjaee.com>**

Александр Леонидович Гусев (Россия, Саров)

E-mail: gusev@hydrogen.ru, redactor@hydrogen.ru

Переводчики

Александр Рудольфович Володько (Россия, Саров)

Татьяна Викторовна Зезулина (Россия, Саров)

Контент-менеджер сайта

<http://isjaee.com>

Александр Леонидович Гусев
(Россия, Саров)

Художественный редактор
Виктор Иванович Немышев (Россия, Саров)

Научные обозреватели
Ольга Борисовна Баблицкая-Каменева
(Россия, Москва)
Вера Владимировна Куришева (Россия, Москва)

Компьютерная графика
Валентин Александрович Гусев
(Россия, Саров)

Редактор, корректор
Алевтина Сергеевна Хазиева
(Россия, Октябрьский)

Компьютерная верстка
Алевтина Сергеевна Хазиева
(Россия, Октябрьский)



CONTENT

I. RENEWABLE ENERGY

1. Solar energy

1-2-0-0 Solar-hydrogen energy

Sodiqov T. B.

Development of a device for cleaning photovoltaic battery from dust.....12

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.012-020

1-3-0-0 Solar power plants

1-3-1-0 Silicone solar thermal electric plants

Najafov B. A., Nasirov Sh. N., Neymetov S. R.

General characteristics of amorphous silicon alloys. Hydrogenation, crystallization and polymerization21

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.021-040

1-3-3-0 Photoelectric cell

Kiryukhin Ya. A., Makeev A. N.

Photoelectric converters based on quantum dots41

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.041-053

1-4-0-0 Ground solar stations

Yuldoshev I. A., Shoguchkarov S. K., Rustamova Sh. Sh.,

Kurbanov Y. M., Abriev Sh. A.

Photovoltaic installation with a device for cleaning snow and ice cover54

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.054-066

2. Wind energy

2-5-0-0 Hybrid Wind Turbines

Zakhidov R. A., Mamadaliyev Zh. Kh.

Questions of increasing energy production at small hydroelectric power plants

combined with renewable energy sources.....67

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.067-074

5. Energy of biomass

5-3-0-0 Energy of biomass and ecology

Gaydamaka S. N., Gladchenko M. A., Kornilov I. V., Ryazanov M. N., Gerasimov M. A., Kornilova A. A.

Anaerobic digestion of pet food waste as a raw Material source

for producing hydrogen from methane.....75

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.075-091

Mikheeva E. R., Katraeva I. V., Kovalev A. A., Shekhurdina S. V.,

Zhuravleva E. A., Laikova A. A., Kovalev D. A., Litt Yu. V.

Optimization of two-stage thermophilic anaerobic digestion of dairy wastewater:

effect of carrier material on process performance and microbial community.....92

doi: 10.15518/isjaee.2024.07.092-120



IV. HYDROGEN ECONOMY

12. Hydrogen economy

12-6-0-0 Hydrogen transport

12-6-1-0 Transport of liquid cryogenic products by pipelines

Gusev A. L., Gafarov A. M., Suleymanov P. H., Habibov I. A., Malikov R. Kh., Hasanov Ya. H.,
Levina A. I. V., Mikheev P. Yu., Ufa R. A.

Project for the creation of a Trans-adriatic cryogenic liquid hydrogen pipeline
with hydrogen infrastructure and generating capacities. Reliability and operational aspects121
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.121-182

X. ECONOMIC

ASPECTS OF CLIMATE TECHNOLOGIES, ENERGY TRANSITION TECHNOLOGIES, ALTERNATIVE ENERGY, ENERGY SAVING AND ECOLOGICAL PRESERVATION

24. Economic aspects of the energy transition

24-6-0-0 Economics of energy transition technologies

24-6-2-1 Regional and sectoral economics

Ishkov A. G., Zhdaneev O. V., Romanov K. V., Koloshkin E. A., Kulikov D. V.,
Mikhailov A. M., Dzhus K. A., Lugvishchuk D. S., Bogdan I. B., Maslova E. V.

Methodological approaches to assessing the carbon footprint
and certification of low-carbon hydrogen183
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.183-208

XI. INNOVATION SOLUTIONS, TECHNOLOGIES, FACILITIES AND THEIR INNOVATION

26. Nanotechnology for renewable energy

Matrenin P. V., Ghulomzoda A. H., Safaraliev M. H., Tavlintsev A. S.

Discrete control model q-learning for an energy storage system
with a hydrogen unit of an autonomous hybrid power plant of a railway substation209
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.209-228

Mohammad Aljaidi, Ghassan Samara, Manish Kumar Singla, Ayoub Alsarhan,
Mohammad Hassan, Safaraliev M. H., Matrenin P. V., Tavlintsev A. S.

A particle swarm optimizer-based optimization approach
for locating electric vehicles charging stations in smart cities229
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.229-249

Manpreet Singh, Manish Kumar Singla, Murodbek Safaraliev,
Kulwinder Singh, Ismoil Odinaev, Amir Abdel Menaem

Advancements and challenges of fuel cell integration in electric vehicles: a comprehensive analysis250
doi: 10.15518/isjaee.2024.07.250-271

XXII. INFORMATION IN THE FIELD OF ENERGY EFFICIENCY

41-6-0-0 Advertising materials of scientific organizations,
investment firms and manufacturing firms

Promotional materials of scientific organizations,
investment firms and manufacturing firms.....272

41. Information

News.....274



*On the 1st page of the cover: The issue is dedicated to the 25th anniversary of the creation of the Concept
Alternative Energy and Ecology (CAEE, 2000, A.L. Gusev and T.N. Veziroglu)*

Translated version (IJHE) is included into Scopus and Web of Science and too in international databases.
Two-year Impact Factor of Russian Science Citation Index (2015) - 5,694.
H-index for 10 years - 12. Herfindahl index of the authors' organizations – 261.
Position of ISJAEE in SCIENCE INDEX rating for 2015– 11,360
Position of ISJAEE in SCIENCE INDEX rating for 2015 on the topic «Environmental Protection. Human Ecology» – 1
Position of ISJAEE in SCIENCE INDEX rating for 2015 on the topic «Energy» – 1
Position of ISJAEE in General Rating of SCIENCE INDEX for 2015 – 5



Founder and publisher

Scientific Technical Centre «TATA»
General manager A.L.Gusev
E-mail: gusev@hydrogen.ru
Mailing address:
452613, Republic of Bashkortostan, Oktyabrsky, 35th str., building
9A, subscriber's box No. 33
Phone: +7(937) 229-21-01; +7(904)6720397; +382 69 260 722;
whats App: +79046720397; telegram: +38269260722;
E-mail: gusev@hydrogen.ru; ceo@yaalgusev.ru;
alexandergusev777@gmail.com;
skype: aleksandr_tata



General cooperation

Institute for Hydrogen Economy
General manager A.L.Gusev
E-mail: gusev@hydrogen.ru
Mailing address:
452613, Republic of Bashkortostan, Oktyabrsky, 35th str.,
building 9A, subscriber's box No. 33
Phone: +7(937) 229-21-01; +7(904)6720397; +382 69 260 722;
whats App: +79046720397; telegram: +38269260722;
E-mail: gusev@hydrogen.ru; ceo@yaalgusev.ru;
alexandergusev777@gmail.com;
skype: aleksandr_tata

All rights belong to LLC Scientific and Technical Center «TATA» under a license agreement with the Owner of intellectual property Alexander Leonidovich Gusev.

Chief-in-Board, Editor-in-Chief http://isjaee.com

Alexander Leonidovich Gusev (Russia, Sarov)
E-mail: gusev@hydrogen.ru,
redactor@hydrogen.ru

Art-Editor

Viktor Ivanovich Nemyshch (Russia, Sarov)

Editor, Proof-reader

Alevtina Sergeevna Khazieva
(Russia, Oktyabrsky)

Translators

Alexander Rudolfovich Volod'ko (Russia, Sarov)
Tatyana Viktorovna Zezulina (Russia, Sarov)

Scientific Reporters

Ol'ga Borisovna Baklitskaya-Kameneva
(Russia, Moscow)
Vera Vladimirovna Kursheva
(Russia, Moscow)

Computer design

Alevtina Sergeevna Khazieva
(Russia, Oktyabrsky)

Content-manager of http://isjaee.com

Alexander Leonidovich Gusev (Russia, Sarov)

Graphic design

Valentin Alexandrovich Gusev (Russia, Sarov)

