

ЖУРНАЛ "COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY"
(ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ)

Научный рецензируемый журнал

ISSN 2313-223X Print
ISSN 2587-9693 Online

Том 9, № 1, 2022

Концепция журнала

Журнал Computational nanotechnology публикует рецензируемые научно-исследовательские работы по математическому моделированию процессов при создании наноструктурированных материалов и устройств. Разработка устройств наноэлектроники, нанопроцессов нуждается в привлечении квантовых вычислений, позволяющих проводить прогнозирование структуры вещества. Работа над нанопроцессами требует разработки квантовых компьютеров с принципиально новой архитектурой.

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России журнал «Computational nanotechnology» включен в **Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук** (<http://vak.ed.gov.ru/>) по следующим специальностям:

1.2. Компьютерные науки и информатика

- 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение
- 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
- 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика
- 1.2.4. Кибербезопасность

2.3. Информационные технологии и телекоммуникации

- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации
- 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы
- 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
- 2.3.4. Управление в организационных системах
- 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей
- 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность
- 2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования
- 2.3.8. Информатика и информационные процессы

2.6. Нанотехнологии и наноматериалы

- 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы

Научное цитирование журнала: Российский Индекс Научного Цитирования (РИНЦ), East View Information Services, Ulrichsweb Global Periodicals Directory, CrossRef, MathNet.

Редакционная политика Издательского дома «Юр-ВАК» основывается на принципах, сформулированных Комитетом по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics), и соблюдает Кодекс этики научных публикаций Некоммерческого партнерства «Комитет по этике научных публикаций».

Рецензирование

Все статьи, публикуемые в журнале, проходят двойное рецензирование, а также проверяются программой Антиплагиат по базам РИНЦ, РГБ. Подробные правила рецензирования представлены на сайте Издательского дома «Юр-ВАК» www.urvak.ru

Главный научный редактор, председатель редакционной коллегии – *Попов Александр Михайлович*, доктор физико-математических наук, профессор, г. Москва, Российская Федерация

Главный редактор, директор по маркетингу – *Ястребова Елена Владимировна*, канд. физ.-мат. наук, Издательский дом «Юр-ВАК», г. Москва, Российская Федерация

Компьютерная верстка номера – *Попова Н.*

Перевод текста – *Кожалиева А.*

Дизайн обложки – *Иванов О.*

Журнал выпускается при участии: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт материаловедения ХНЦ ДВО РАН, Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан

Наименование органа, зарегистрировавшего издание	Журнал издается с 2014 г. Свидетельство о регистрации Средства массовой информации: ПИ № ФС77-58561 от 14.07.2014
ISSN	ISSN 2313-223X Print ISSN 2587-9693 Online
Периодичность	4 раза в год
Учредитель и издатель	«Издательский дом «Юр-ВАК», г. Москва, Российская Федерация
Типография	ТИРАЖИ.RU г. Москва, ул. Правды, д. 24, стр. 5, тел. (495) 585-08-95
Сайт	http://www.urvak.ru
Адрес учредителя и издателя	121069, г. Москва, ул. Поварская, д. 23А/21
E-Mail	sp@urvak.ru
Телефон редакции	8-495-932-47-09, 8-916-393-18-27
Подписка и распространение	Журнал распространяется только по подписке. Индекс по каталогу агентства «Почта России»: ПО573 «Computational nanotechnology». Свободная цена. Агентство «Урал-Пресс», http://www.ural-press.ru
Тираж	500 экз. (1 завод 140 экз.) Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. Печ. л. 10,125
Подписано к печати	28.03.2022

JOURNAL "COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY"

Scientific peer-reviewed journal

ISSN 2313-223X Print

ISSN 2587-9693 Online

Vol. 9, No. 1, 2022

The concept of the Journal

"Computational nanotechnology" journal publishes peer-reviewed scientific research works on mathematical modeling of processes while creating nanostructured materials and devices. The development of nanoelectronics devices, nanoproceses needs to involve quantum computing allowing prediction of the structure of matter. Work on nanoproceses requires the development of quantum computers with a fundamentally new architecture.

In accordance with the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia, the journal "Computational Nanotechnology" is included in the List of leading peer-reviewed scientific journals and publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate and doctor of sciences should be published (<http://vak.ed.gov.ru/>).

The journal publishes peer-reviewed scientific articles on the following scientific specialties:

Computer Science

Artificial Intelligence and Machine Learning
Mathematical Modeling, Numerical Methods and Complex Programs
Theoretical Informatics, Cybernetics
Cybersecurity

Information Technology and Telecommunication

System Analysis, Management and Information Processing
Elements of Computing Systems
Automation of Manufacturing and Technological Processes
Management in Organizational Systems
Mathematical and Software of Computers, Complexes and Computer Networks
Information Security
Computer Modeling and Design Automation Systems
Informatics and Information Processing

Nanotechnology and Nanomaterials

Nanotechnology and Nanomaterials

The Journal is indexed and distributed by: Russian Science Citation Index (RSCI), East View Information Services, Ulrichsweb Global Periodicals Directory, CrossRef, MathNet.

The editorial policy of the Publishing House «Yur-VAK» is based on the principles formulated by the Committee on Publication Ethics and complies with the Code of Ethics for Scientific Publications of non-profit organization "Committee on the Ethics of Scientific Publications".

Peer review

All articles published in the journal undergo double peer review, and are also checked by the Anti-Plagiarism program at the RSCI and RSL bases. Detailed review rules are presented on the website of the Publishing House "Yur-VAK" www.urvak.ru

Editor-in-chief – Alexander M. Popov, the Doctor of Science in Physics and Mathematics, professor of the Lomonosov Moscow State University, the full member of the Russian Academy of Natural Sciences on department "Applied mathematics and management", the member of the American Physical society, Moscow, Russian Federation

Deputy Editor-in-Chief – Elena V. Yastrebova, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Publishing House "Yur-VAK", Moscow, Russian Federation

Computer layout of the number – Popova N.

Translator – Kozhalieva A.

Cover Design – Ivanov O.

The journal is published with the participation of: Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation), Materials Science Institute Khabarovsk scientific center of Far East office of the Russian Academy of Sciences (Khabarovsk, Russian Federation), Physical-technical Institute, "Physics-Sun", Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan)

Name of the authority that registered the publication	The publication is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor). Media Registration Certificate: PI № FS77-58561 dated 14.07.2014
ISSN	ISSN 2313-223X Print ISSN 2587-9693 Online
Publication Frequency	4 times a year
Founder	"Yur-VAK" Publishing House, Moscow, Russian Federation
Printing House	TIRAZHI.RU Moscow, Pravda str., 24, bld. 5, phone: (495) 585-08-95
Web-site	http://www.urvak.ru
Postal address	23A/21, Povarskaya str., Moscow, 121069, Russian Federation
E-Mail	cn@urvak.ru
Tel.	8-495-932-47-09, 8-916-393-18-27
Subscription	The journal is distributed by subscription only. Index according to the catalog of the « Pochta Russia»: PO 573 «Computational nanotechnology». Free price
Circulation	500 copies (1 plant 140 copies.) Format 60 × 84 1/8. Offset printing. Offset paper No. 1 Pr. sh. 10,125
Signed for printing	28.03.2022

СОСТАВ РЕДКОЛЛЕГИИ И РЕДСОВЕТА ЖУРНАЛА "COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY"

**Главный научный редактор,
председатель редакционной коллегии журнала**

Попов Александр Михайлович – д-р физ.-мат. наук, Заслуженный профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, действительный член РАЕН по отделению «Прикладная математика и управление», член Американского Физического общества, Лауреат Ломоносовской премии первой степени, г. Москва, Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Абдикеев Нияз Мустякимович – д-р техн. наук, профессор, директор института промышленной политики и институционального развития, Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва, Российская Федерация

Андреев Валерий Филиппович – д-р физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии Наук, г. Москва, Российская Федерация

Афонин Андрей Николаевич – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Российская Федерация

Белов Александр Владимирович – профессор, руководитель департамента прикладной математики МИЭМ им. А.Н. Тихонова НИУ ВШЭ

Бестугин Александр Роальдович – д-р техн. наук, декан Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, заведующий кафедрой микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Воеводин Владимир Валентинович – д-р физ.-мат. наук, профессор, член-корр. РАН, зам. директора НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, зав. кафедрой суперкомпьютеров и квантовой информатики, г. Москва, Российская Федерация

Грушо Александр Александрович – д-р физ.-мат. наук, профессор, член-корр. Академии криптографии РФ, иПИ ФИЦ ИУ РАН, ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

Днестровский Юрий Николаевич – д-р физ.-мат. наук, профессор, академик РАЕН, ведущий научный сотрудник Национального Исследовательского центра «Курчатовский институт» (Институт ядерного синтеза), лауреат Государственной премии СССР (1981), лауреат Ломоносовской премии МГУ I-й степени (1976), лауреат Курчатовской премии РНЦ «Курчатовский институт» (2001), г. Москва, Российская Федерация

Елизаров Георгий Сергеевич – д-р техн. наук, директор ФГУП НИИ «Квант», лауреат Ленинской премии, г. Москва, Российская Федерация

Заводинский Виктор Григорьевич – д-р физ.-мат. наук, профессор, член-корр. Академии материаловедения Хабаровского научного центра Дальневосточного отделения Российской Академии Наук, г. Хабаровск, Российская Федерация

Крук Евгений Аврамович – д-р техн. наук, профессор, лауреат премии правительства Санкт-Петербурга, Заслуженный деятель науки РФ, директор Института информационных систем и защиты информации (СПбГУАП), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Левин Владимир Константинович – действительный член РАН, член Бюро Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН, д-р техн. наук, профессор, научный руководитель ФГУП НИИ «Квант», лауреат Ленинской премии и Государственной премии, г. Москва, Российская Федерация

Лившиц Александр Валерьевич – д-р технических наук, профессор, проректор по научной работе Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

THE EDITORIAL BOARD AND THE EDITORIAL COUNCIL OF "COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY" JOURNAL

Scientific Chair of the Editorial Board

Alexander M. Popov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor of the Lomonosov Moscow State University, the full member of the Russian Academy of Natural Sciences on Department of Applied mathematics and management, the member of the American Physical Society, Moscow, Russian Federation

EDITORIAL BOARD

Niyaz M. Abdikeev – Dr. Sci. (Eng.), Director of the Institute for Industrial Policy and Institutional Development of the Finance University the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Valery F. Andreyev – Dr. Sci. (Phys.-Math.), senior research associate of Institute of Problems of Safe Development of Nuclear Power of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Andrej N. Afonin – Dr. Sci. (Eng.), professor, Department of Materials Science and Nanotechnologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation

Alexander V. Belov – Professor, Head of the School of Applied Mathematics, HSE Tikhonov Moscow Institute of Electronics and Mathematics (MIEM HSE)

Alexander R. Bestugin – Dr. Sci. (Eng.), the dean of St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, to the Head of the Department Mikro- and Nanotechnologies of Space Instrument Making, St. Petersburg, Russian Federation

Vladimir V. Voevodin – Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, deputy director of SRCC Lomonosov Moscow State University, chair of Department of Supercomputers and Quantum Informatics, Moscow, Russian Federation

Aleksandr A. Grusho – Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Javascript Cryptography, Federal Research Center of Informatics and Management of the Russian Academy of Sciences, professor of the Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Yury N. Dnestrovsky – Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, leading researcher of the National Research Center "Kurchatov Institute" (Institute of Nuclear Synthesis), Moscow, Russian Federation

Georgy S. Yelizarov – Dr. Sci. (Eng.), the director of Federal State Unitary Enterprise Scientific Research Institute "Kvant", Moscow, Russian Federation

Victor G. Zavodinsky – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Director of Materials Science Institute Khabarovsk Scientific Center of Far East Office of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation

Yuri G. Kabaldin – Dr. Sci. (Eng.), Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Evgeny A. Kruk – Dr. Sci. (Eng.), Professor, the Honored worker of science of the Russian Federation, the director of Institute of Information Systems and Information Security (St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation), St. Petersburg, Russian Federation

Vladimir K. Levin – Dr. Sci. (Eng.), the corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor, the deputy director of Federal State Unitary Enterprise Scientific Research Institute "Kvant", Moscow, Russian Federation

Alexander V. Livshits – Dr. Sci. (Eng.), Professor, the vice rector for scientific work the Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

Мельников Александр Владимирович – д-р физ.-мат. наук, заместитель руководителя отделения токамаков Курчатовского комплекса термоядерной энергетики и плазменных технологий НИЦ «Курчатовский институт», профессор кафедры физики плазмы Национального ядерного университета МИФИ, г. Москва, Российская Федерация

Молотков Сергей Николаевич – д-р физ.-мат. наук, член-корр. Академии Криптографии РФ, главный научный сотрудник Института физики твердого тела РАН, г. Москва, Российская Федерация

Неелов Игорь Михайлович – д-р физ.-мат. наук, зав. международной лабораторией моделирования биополимеров и биосистем института биоинженерии, профессор кафедры информационных технологий топливно-энергетического комплекса (ИТТЭК) Университета информационных технологий, механики и оптики ИТМО, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Никонов Владимир Глебович – д-р техн. наук, член президиума РАЕН, народный художник России, г. Москва, Российская Федерация

Суетин Николай Владиславович – д-р физ.-мат. наук, профессор, директор по науке и исследованиям ИТ кластер Фонд «Сколково», г. Москва, Российская Федерация

Чубраева Лидия Игоревна – член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, зав. кафедрой «Информационные технологии в электромеханике и робототехнике» Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП), директор НИИ инновационных технологий в электромеханике и электроэнергетике ГУАП, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Фетисов Владимир Андреевич – д-р техн. наук, профессор, директор института аэрокосмических приборов и систем ГУАП, зав. кафедрой системного анализа и логистики ГУАП, научный консультант комитета по транспорту ассоциации Северо-западных субъектов РФ и Законодательного собрания Санкт-Петербурга, Действительный член Международной академии информатизации, д-р Будапештского технического университета, д-р техн. наук АН Венгрии, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Шмелев Алексей Борисович – канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник МГУ ВМК, Исполнительный директор группы компаний РСК (Российские суперкомпьютеры) КГАУ, г. Москва, Российская Федерация

РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН

Муминов Рамизулла Абдуллаевич – д-р физ.-мат. наук, академик Академии наук Республики Узбекистан, Физикотехнический институт, Институт Материаловедения Научнопроизводственное объединение «Физика-Солнце» Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент

Рахимов Рустам Хакимович – д-р техн. наук, Институт Материаловедения Научно-производственное объединение «Физика-Солнце» Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент

Арипов Мерсаид – д-р физ.-мат. наук, профессор Факультета Информатики и Прикладного программирования Национального Университета Узбекистана, Заслуженный ученый Узбекистана, г. Ташкент

Имамов Эркин Зиннунович – д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор Ташкентского университета информационных технологий, г. Ташкент

Захидов Эркин Агзамович – д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор Ташкентского университета информационных технологий, Национальный координатор от Узбекистана программ научно-технического сотрудничества Европейского Союза, г. Ташкент

Раджапов Сали Аширович – д-р физ.-мат. наук, профессор, ФТИ НПО «Физика-Солнце» АН РУз, г. Ташкент

Alexander V. Melnikov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), the Deputy Head of the Tokamak Department, National Research Centre “Kurchatov Institute”, professor of the Plasma Physics Chair of the National Nuclear Research University MEPhI, Moscow, Russian Federation

Sergey N. Molotkov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Corresponding Member of the Cryptography Academy of the Russian Federation, chief researcher, Institute of Physics of Solid Body of RAS, Moscow, Russian Federation

Igor M. Neyelov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), chief of International Laboratory of Biopolymers and Biosystems Modeling, Bioengineering Institute, professor of the University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Moscow, Russian Federation

Vladimir G. Nikonov – Dr. Sci. (Eng.), member of the Natural Sciences Academy, People's Artist of Russia, Moscow, Russian Federation

Nikolai V. Suetin – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Director of Science and Research IT Cluster Fund “Skolkovo”, Moscow, Russian Federation

Lidiya I. Chubrayeva – Dr. Sci. (Eng.), the corresponding member of the Russian Academy of Sciences, the Department Chair “Information Technologies in Electromechanics and a Robotics” St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, the director of scientific research Institute of Innovative Technologies in Electromechanics and GUAP Power Industry, St. Petersburg, Russian Federation

Vladimir A. Fetisov – Dr. Sci. (Eng.), Professor, the director of St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation GUAP, the Department Chair of the System Analysis and GUAP Logistics, the scientific consultant of Committee for Transport of Association of Northwest Territorial Subjects of the Russian Federation and Legislative Assembly of St. Petersburg, the Full member of the International Academy of Informatization, the doctor of the Budapest Technical University, the Doctor of Engineering of Hungarian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation

Alexey B. Shmelyov – Cand. Sci. (Phys.-Math.), senior research associate, Moscow State University, executive director RSK group of companies (the Russian supercomputers), Moscow, Russian Federation

REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Ramizulla A. Muminov – Dr. Sci. (Eng.), Academic, Physical-Technical Institute, SPA “Physics-Sun”, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent

Rustam Kh. Rakhimov – Dr. Sci. (Eng.), head of “Physics-Sun”, Institute of Materials Science Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent

Mersaid Aripov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Informatics and Applied Programming Department, the National University of Uzbekistan, Honored scientist of Uzbekistan, Tashkent

Erkin Z. Imamov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor of Physics Department TUIT, professor of the Tashkent University of Information Technologies, Tashkent

Erkin A. Zahidov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Tashkent University of Information Technologies, the national coordinator of Uzbekistan programs scientific-technical cooperation with European Union

Sali A. Rajapov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Institute of Materials Science, “Physics- Sun”. Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

Нурсултанов Ерлан Даутбекович – д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой «Математики и информатики» Казахского филиала МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Нур-Султан

США

Yueqiang Liu – д-р физ.-мат. наук, General Atomics, Сан-Диего, Калифорния

ГЕРМАНИЯ

Peter John – д-р техн. наук, докт. экон. наук, директор RPE InfraTherm GmbH, г. Лихтенберг

Хьюберт Йегер – д-р техн. наук, профессор, Институт легкой техники и технологии полимеров (ILK), Технический университет Дрездена, президент и главный исполнительный директор Carbon Composites, г. Дрезден

БЕЛЬГИЯ

Онгена Джозеф – д-р техн. наук, заместитель директора лаборатории физики плазмы Королевской военной академии Бельгии, партнер трехстороннего кластера Euregio (TEC), г. Брюссель

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Андронов Иван Николаевич – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой механики, Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Российская Федерация

Быков Игорь Юрьевич – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности, Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Российская Федерация

Горбачевский Евгений Викторович – канд. техн. наук, начальник Департамента Интеллектуальной Собственности, Группа компаний «Специальные системы и технологии»

Григораш Олег Владимирович – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой электротехники, теплотехники и возобновляемых источников энергии, Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Российская Федерация

Емельянов Владимир Ильич – д-р физ.-мат. наук, профессор, физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

Караев Алан Канаматович – д-р техн. наук, канд. физ.-мат. наук, профессор, гл.н.с. Финансового университета при Правительстве РФ, г. Москва, Российская Федерация

Кабалдин Юрий Георгиевич – д-р техн. наук, профессор Нижегородского государственного университета, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Хапаев Михаил Михайлович – д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор факультета ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

Чистяков Владимир Всеволодович – канд. техн. наук, профессор, главный редактор Издательского дома «Юр-ВАК»

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Erlan D. Nursultanov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, department chair “Mathematics and Information Scientists” Kazakhstan branch of Lomonosov Moscow State University, Nur-Sultan

USA

Yueqiang Liu – PhD (Phys.-Math.), Principle Scientist, General Atomics, San Diego, California

GERMANY

John Peter – Dr. Sci. (Eng.). Dr. Sci. (Oec.), RPE InfraTherm GmbH, Lichtenberg

Jäger Hubert – PhD, Professor, Institute of Lightweight Engineering and Polymer Technology (ILK), Technische Universität Dresden, President and chief executive officer Carbon Composites, Dresden

BELGIUM

Ongena Josef – PhD., President of Belgian Physical Society, Research Director of Plasma Physics Laboratory, Belgian Royal Military School, Brussels

EDITORIAL COUNCIL

Ivan N. Andronov – Dr. Sci. (Eng.), Professor, department chair of Mechanics, the Ukhta State Technical University, Ukhta, Russian Federation

Igor Y. Bykov – Dr. Sci. (Eng.), Professor, department chair of Cars and Equipment of the Oil and gas Industry, the Ukhta State Technical University, Ukhta, Russian Federation

Gorbachevsky Evgeny Viktorovich – Cand. Sci. (Eng.), Head of Intellectual Property Department, Special Systems and Technologies (SST Group)

Oleg V. Grigorash – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department Electrician, Heating Engineer and Renewables of Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation

Vladimir I. Emelyanov – Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor, Physics Department of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Alan K. Karaev – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief researcher, Department of Public Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Mikhail M. Khapaev – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, CMC Department of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Vladimir V. Chistyakov – Cand.Sci. (Eng.), Professor, Editor-in-chief of Publishing House Yur-VAK, Moscow, Russian Federation

COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY

март 2022

162 страницы

Том 9, № 1

ISSN 2313-223X (print)
ISSN 2587-9693 (online)

СОДЕРЖАНИЕ

**МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

- УТОЧНЕННЫЙ СПОСОБ АНАЛИТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИРУСНОГО
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ 11

Заводцев И.В., канд. техн. наук, доцент,
Борисов М.А., *Бондаренко Н.Н.*, *Мелешко В.А.*

- АЛГОРИТМЫ КООРДИНАТНОГО ИНДЕКСИРОВАНИЯ
С УЧЕТОМ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ-ТЕРМИНОВ
ПО ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ 21

Жаксыбаев Д.О. (Республика Казахстан), *Барахнин В.Б.*, д-р техн. наук

- О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ КВАЗИДАМАРОВЫХ МАТРИЦ,
ЗАДАЮЩИХ БИЕКТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ. 32

В.Г. Никонов, д-р техн. наук, *Кононов С.А.*

- УСЛОВИЯ МНОГОЗАДАЧНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ
ПРИ ТУШЕНИИ ПОДВИЖНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА
НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 39

Денисов А.Н., д-р техн. наук, проф., *Данилов М.М.*, канд. техн. наук,
Аникин С.Н., *Цокурова И.Г.*

- АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ РЯДОВ ХЕШТЕГОВ
ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ 47

Макрушин С.В., канд. экон. наук, *Блохин Н.В.*

**МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ,
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

- КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
ВСЕХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ ОТ 4-Х ПЕРЕМЕННЫХ
В ВИДЕ РАЗДЕЛЯЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
МИНИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ НЕЛИНЕЙНОСТИ. 56

Лапигов И.И., канд. техн. наук, *Никонов В.Г.*, д-р техн. наук, проф.

- О СУЩЕСТВОВАНИИ, СПОСОБЕ ПОСТРОЕНИЯ И НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ
($n - 2$)-СТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТРИЦ,
ПОРОЖДАЮЩИХ БИЕКТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ. 93

Кононов С.А.

- МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ АКТУАЛЬНОСТИ
ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ 106

Заводцев И.В., канд. техн. наук, доцент,
Борисов М.А., *Бондаренко Н.Н.*, *Мелешко В.А.*

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ДОМЕННОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ ВОПРОС-ОТВЕТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КРУПНОМАСШТАБНОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ	115
<i>Титов Н.А., Макрушин С.В.</i> , канд. экон. наук	

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ
И ПОЛИМЕРНЫХ НАНОСТРУКТУР**

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНOK $MgAl_2O_4$, ОСАЖДЕННЫХ НА Si-ПОДЛОЖКИ МЕТОДОМ ВАКУУМНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПАРЕНИЯ	125
<i>Станчик А.В.</i> , канд. физ.-мат. наук, <i>Гременок В.Ф.</i> , д-р физ.-мат. наук, <i>Труханова Е.Л.</i> , канд. физ.-мат. наук, <i>Хорошко В.В.</i> , канд. техн. наук (Республика Беларусь) <i>Сулейманов С.Х.</i> , канд. физ.-мат. наук, <i>Дыскин В.Г.</i> , канд. техн. наук, <i>Джанклич М.У.</i> , канд. техн. наук, <i>Кулагина Н.А.</i> , <i>Амиров угли Ш.Ё.</i> (Республика Узбекистан)	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОЧНО-КЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИТА В ГЕЛИОСУШКЕ	132
<i>Рахимов Р.Х.</i> , д-р техн. наук, <i>Мухторов Д.Н.</i> (Республика Узбекистан)	

**ПЛАЗМЕННЫЕ, ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ,
МИКРОВОЛНОВЫЕ И ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ДИОДНЫЙ ЛАЗЕР СО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМ ИНСТРУМЕНТОМ ДОСТАВКИ ЛУЧА В МИНИ-ИНВАЗИВНОМ ЛАЗЕРНОМ ЛЕЧЕНИИ СОСУДИСТОЙ АНОРЕКТАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ	139
<i>Кузнецов Е.В.</i> , д-р техн. наук, проф., <i>Жижин Н.К.</i> , канд. мед. наук, <i>Голяев Ю.Д.</i> , д-р техн. наук, <i>Колбас Ю.Ю.</i> , д-р техн. наук, <i>Соловьева Т.И.</i> , канд. мед. наук, <i>Ермаков Д.Н.</i> , д-р полит. наук, д-р экон. наук, канд. истор. наук, проф.	

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРАКТИКЕ**

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ДАТЧИКА И ВНЕШНЕГО ССЫЛОЧНОГО УЗЛА НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	145
<i>Искандаров Н., Багишов Э.</i> , <i>Искендерзаде Э.</i> , д-р техн. наук, проф. (Республика Азербайджан)	

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА ПРОКАТНОГО СТАНА 2000 НА ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»	154
<i>Герасимова А.А.</i> , канд. мед. наук, <i>Васильев М.В., Наговицын В.А.</i>	

О ЖУРНАЛЕ.

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ АВТОРСКИХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ СТАТЕЙ, ПОСТУПАЮЩИХ В ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ЮР-ВАК» (В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY»).	
ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ АВТОРОВ. ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИЯМ. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ПУБЛИКАЦИЮ	161

COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY

March 2022

162 pages

Vol. 9, No. 1

ISSN 2313-223X (print)
ISSN 2587-9693 (online)

CONTENTS

MULTISCALE MODELING

FOR INFORMATION CONTROL AND PROCESSING

- A REFINED METHOD FOR ANALYTICAL MODELING OF THE PROCESSES
OF SPREADING VIRUS SOFTWARE
TO ASSESS THE SECURITY OF INFORMATIZATION OBJECTS 11

*I.V. Zavodtsev, M.A. Borisov,
N.N. Bondarenko, V.A. Meleshko*

- COORDINATE INDEXING ALGORITHMS
TAKING INTO ACCOUNT THE CLASSIFICATION SIGNS-TERMS
IN THE SUBJECT AREA. 21

D.O. Zhaxybayev (Republic of Kazakhstan), *V.B. Barakhnin*

- ABOUT SOME PROPERTIES OF QUASI-HADAMARD MATRICES
DEFINING BIJECTIVE TRANSFORMATIONS 32

V.G. Nikonov, S.A. Kononov

- MULTI-TASK CONDITIONS FOR THE MANAGEMENT
OF FIRE AND RESCUE UNITS DURING ROLLING STOCK EXTINGUISHING
AT METALLURGICAL ENTERPRISES. 39

A.N. Denisov, M.M. Danilov, S.N. Anikin, G.I. Tsokurova

- AN ALGORITHM FOR CONSTRUCTING ASSOCIATIVE SERIES OF HASHTAGS
FOR SEMANTIC NAVIGATION IN SOCIAL NETWORKS 47

S.V. Makrushin, N.V. Blokhin

INFORMATION SECURITY

- 4-VARIABLE BOOLEAN FUNCTIONS
REPRESENTATIONS CLASSIFICATION IN THE FORM
OF NONLINEARITY MINIMAL DEGREE SEPARATING SURFACES 56

I.I. Lapikov, V.G. Nikonov

- ON THE EXISTENCE, METHOD OF CONSTRUCTION
AND SOME PROPERTIES OF $(n - 2)$ -STRUCTURED MATRICES
GENERATING BIJECTIVE TRANSFORMATIONS 93

S.A. Kononov

- MODELING INFORMATION SECURITY THREATS
AND DETERMINATION OF THEIR RELEVANCE
FOR INFORMATION SYSTEMS OF INFORMATIZATION OBJECTS
OF FEDERAL EXECUTIVE AUTHORITIES. 106

*I.V. Zavodtsev, M.A. Borisov,
N.N. Bondarenko, V.A. Meleshko*

INFORMATICS AND INFORMATION PROCESSING

- TECHNOLOGY FOR CREATING A DOMAIN KNOWLEDGE BASE
OF QUESTION-ANSWERING SYSTEM BASED
ON A LARGE-SCALE UNIVERSAL KNOWLEDGE BASE. 115

N.A. Titov, S.V. Makrushin

**DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL NANOMATERIALS BASED
ON NANOPARTICLES AND POLYMER NANOSTRUCTURES**

INVESTIGATION OF THIN FILMS MgAl_2O_4 , DEPOSITED ON THE Si SUBSTRATE BY VACUUM THERMAL EVAPORATION	125
---	-----

A.V. Stanchik, V.F. Gremenok, E.L. Trukhanova, V.V. Khoroshko

(Republic of Belarus)

S.Sh. Suleymanov, V.G. Dyskin, M.U. Djanklich,

N.A. Kulagina, Sh.Yo. Amirov ugli

(Republic of Uzbekistan)

INVESTIGATION OF A FILM-CERAMIC COMPOSITE IN A SOLAR CELL	132
--	-----

R.Kh. Rakhimov, D.N. Mukhtorov (Republic of Uzbekistan)

**PLASMA, HIGH-FREQUENCY,
MICROWAVE AND LASER TECHNOLOGY**

ADVANCED DIODE LASER WITH SPECIALIZED BEAM-DELIVERY INSTRUMENT IN MINI INVASIVE LASER TREATMENT OF ANORECTAL VASCULAR PATHOLOGY	139
--	-----

E.V. Kuznetsov, N.K. Zhizhin, Yu.D. Golyaev,

Yu.Yu. Kolbas, T.I. Soloveva, D.N. Ermakov

**INTELLIGENT TECHNICAL SYSTEMS
IN MANUFACTURING AND INDUSTRIAL PRACTICE**

EFFECT OF SURFACE SENSOR AND EXTERNAL REFERENCE NODE ON PROCESS TEMPERATURE MEASUREMENT ACCURACY	145
---	-----

N. Iskandarov, E. Bagishov, E. Isgandarzada

(Republic of Azerbaijan)

TECHNOLOGIES AND MACHINES FOR FORMING

IMPROVING THE DRIVE OF THE ROLLING MILL 2000 AT PJSC SEVERSTAL	154
---	-----

A.A. Gerasimova, M.V. Vasiliev, V.A. Nagovitsyn