

Издательский дом «Юр-БАК»

ISSN 2313-223X

# COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY

научный рецензируемый журнал

№ 4, 2017 г.

г. Москва

## Журнал «Computational nanotechnology»

(Вычислительные нанотехнологии)

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

Научный рецензируемый журнал «Computational nanotechnology» публикует авторские материалы по следующим базовым специальностям:

01.00.00 – Физико-математические науки,  
05.00.00 – Технические науки

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 29.05.2017 г. 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:

05.02.00 – Машиностроение и машиноведение,  
05.14.00 – Энергетика.

### Научное цитирование журнала:

Журнал входит в Russian Science Index, все выпуски журнала представлены в открытом доступе в базе научной периодики Российского Индекса Научного Цитирования elibrary.ru, Math-Net.ru, на сайте Издательского дома Юр-BAK [www.urvak.ru](http://www.urvak.ru), UlrichsWeb, ИВИС – дистрибьютор американской компании «East View Information Services, Inc» в России и СНГ, Электронных библиотеках: Mybrary, Лань, Ibooks.ru, Cyberleninka.

### Концепция журнала:

Журнал посвящен вопросам нанотехнологий, возникающим в различных теоретических и практических научных разработках. Использование математических моделей и вычислительных машин становится частью технологического процесса создания систем на молекулярном уровне. В журнале также рассматриваются многомасштабные вычислительные модели, определяющие успех моделирования наносистем.

**Главный редактор, директор по маркетингу,**  
**канд. физ-мат наук** – Ястребова Елена Владимировна  
**Верстка** Юрасова О.

**Дизайн обложки** Иванов О.

### Адрес редакции:

115419, г. Москва, ул. Донская, д.15

### Адрес для корреспонденции:

119607, г. Москва, ул. Раменки, 21-282.

**Телефон редакции:** 8-495-932-47-09, 8-916-393-18-27

**E-Mail:** [cn@urvak.ru](mailto:cn@urvak.ru) <http://www.urvak.ru>

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации СМИ:

ПИ №ФС77-58561 от 14.07.2014

Учредитель журнала: «Издательский дом «Юр-BAK» Журнал распространяется **только по подписке**.

Индекс по каталогу агентства «Роспечать»: **70854**

«Computational nanotechnology».

Цена договорная.

**Журнал выпускается при участии: факультета Вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова, Института материаловедения ХНЦ ДВО РАН.**

Подписано к печати 29.12.2017. Формат 60х84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная №1. Печ. л. 16. Тираж 500 экз. (1 завод 140 экз.)

Периодичность – 4 раза в год.

Отпечатано в типографии ТИРАЖИ.RU

г. Москва, тел. (495) 585-08-95

## Journal «Computational Nanotechnology»

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

The journal reviews the most important problems dealing with theory, modeling, design and simulations of nanostructured materials and of the fascinating new developments and interdisciplinary nanodevices, quantum computing, computational chemistry, physics and biology, nanomechanics, nanomachines, nanoelectronics, nanoprocesses, nanomagnetism, nano-optics, nanomedicines, nanobiotechnology, etc. This journal provides the survey activities in the whole field presented by scientists working in different subject areas of science, engineering and medicine.

The articles are written by scientists working on master's and doctor's theses.

All articles are reviewed by the members of the editorial board and other top-level academic lawyers.

**Председатель редакционной коллегии журнала:**

**Попов Александр Михайлович** – доктор 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

**Редакционная коллегия журнала:**

**Андреев Валерий Филиппович** – доктор физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии Наук

**Бестугин Александр Роальдович** – доктор технических наук, декан Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, заведующий кафедрой Микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

**Днестровский Юрий Николаевич** – доктор 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-ой степени (1976), лауреат Курчатовской премии РНЦ «Курчатовский институт» (2001)

**Елизаров Георгий Сергеевич** – доктор технических наук, директор ФГУП НИИ «Квант», лауреат Ленинской премии

**Заводинский Виктор Григорьевич** – доктор физ.-мат. наук, профессор, директор Института материаловедения Хабаровского научного центра Дальневосточного отделения Российской Академии Наук

**Крук Евгений Аврамович** – доктор технических наук, профессор, лауреат премии правительства Санкт-Петербурга, Заслуженный деятель науки РФ, директор Института информационных систем и защиты информации (СПбГУАП)

**Левин Владимир Константинович** – действительный член РАН, член Бюро Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН, доктор технических наук, профессор, научный руководитель ФГУП НИИ «Квант», лауреат Ленинской премии и Государственной премии

**Никонов Владимир Глебович** – доктор технических наук, член президиума РАЕН, народный художник России

**Суетин Николай Владиславович** – доктор физ.-мат. наук, профессор, директор по науке и исследованиям ИТ кластер Фонд «Сколково»

**Чубраева Лидия Игоревна** – член-корреспондент РАН, доктор технических 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

**Фетисов Владимир Андреевич** – доктор технических 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, доктор Будапештского технического университета, доктор технических наук АН Венгрии

**Шмелев Алексей Борисович** – кандидат физ.-мат. наук, с.н.с. МГУ ВМК Исполнительный директор группы компаний РСК (Российские суперкомпьютеры)

**Chairman of an editorial board:**

**Popov Alexander M.** – 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

**Editorial board:**

**Andreyev Valery F.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, senior research associate of Institute of problems of safe development of nuclear power of the Russian Academy of Sciences

**Bestugin Alexander R.** – the Doctor of Science in Engineering, the dean of St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, to the Head of the department Mikro- and nanotechnologies of space instrument making

**Dnestrovsky Yury N.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, professor, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, leading researcher of the National Research center «Kurchatov Institute» (Institute of nuclear synthesis)

**Yelizarov Georgy S.** – the Doctor of Science in Engineering, the director of Federal State Unitary Enterprise Scientific Research Institute «Kvant»

**Zavodinsky Victor G.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor, Director of Materials Science Institute Khabarovsk scientific center of Far East office of the Russian Academy of Sciences

**Kruk Evgeny A.** – the Doctor of Science in Engineering, 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)

**Levin Vladimir K.** – to the corresponding member of the Russian Academy of Sciences, the Doctor of Science in Engineering, professor, the deputy director of Federal State Unitary Enterprise Scientific Research Institute «Kvant»

**Nikonov Vladimir G.** – the Doctor of Technical Sciences, member of the Natural Sciences Academy, People's Artist of Russia

**Suetin Nikolai V.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor, Director of Science and Research IT cluster Fund «Skolkovo»

**Chubrayeva Lidiya I.** – the corresponding member of the Russian Academy of Sciences, the Doctor of Science in Engineering, 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

**Fetisov Vladimir A.** – the Doctor of Science in Engineering, 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

**Shmelyov Alexey B.** – the Ph.D in Physics and Mathematics, senior research associate, Moscow State University Executive director RSK group of companies (The Russian supercomputers)

#### Республика Беларусь

**Солодовников Сергей Юрьевич** – д-р экон. наук, академик Международной Академии Социальных Технологий (Российская Федерация), профессор Белорусского Государственного Университета, заведующий кафедрой Белорусского национального технического университета

#### Республика Узбекистан

**Муминов Рамизулла Абдуллаевич** – д-р физ.-мат. наук, академик Академии наук Республики Узбекистан, Физико-технический институт, Институт Материаловедения Научно-производственное объединение «Физика-Солнце» Академии наук Республики Узбекистан

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

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

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

#### Республика Казахстан

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

#### Редакционный совет журнала:

**Емельянов Владимир Ильич** – д-р физ.-мат. наук, профессор, МГУ Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

**Караев Алан Канаматович** – докт. техн. наук, канд. физ.-мат. наук, профессор, гл.н.с. Финансового университета при Правительстве РФ

**Хакамова Наталия Павловна** – научный сотрудник, Центр лазерной технологии и материаловедения (Москва)

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

**Чистяков Владимир Всеволодович** – канд. технических наук, профессор, ген. директор «Издательского дома «Юр-ВАК»

#### Republic of Belarus

**Solodovnikov Sergey Yu.** – the Doctor of Science, the academician of the International Academy of Social Technologies (Russian Federation), professor of the Belarusian State University, the department chair of the Belarusian National Technical University

#### Republic of Uzbekistan

**Muminov Ramizulla Abd.** – Doctor of sciences, academic, Physical-technical Institute, SPA «Physics-Sun», Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

**Rakhimov Rustam Kh.** – the PhD, head of laboratory №1. Institute of materials science, «Physics-sun». Uzbekistan Academy of sciences

**Imamov Erkin Z.** – Dr., Professor of physics department TUIT, Professor. Tashkent University of Information Technologies

**Zahidov Erkin Agz.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, professor, Tashkent University of Information Technologies, the national coordinator of Uzbekistan programs scientific-technical cooperation with European Union

#### Republic of Kazakhstan

**Nursultanov Erlan D.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, professor, department chair «Mathematics and information scientists» Kazakhstan branch of Lomonosov Moscow State University

#### Editorial Council:

**Emelyanov Vladimir I.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, professor, Physics Department of Lomonosov Moscow State University

**Karaev Alan K.** – Doctor of Engineering, professor, Chief researcher, Department of Public Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation

**Khakamova Natalia P.** – research fellow, Center of laser technology and material science (Moscow)

**Khapaev Mikhail M.** – the Doctor of Science in Physics and Mathematics, professor, CMC Department of Lomonosov Moscow State University

**Chistyakov Vladimir V.** – the PhD, professor, CEO Publishing house Yur-VAK

# СОДЕРЖАНИЕ

Computational nanotechnology

декабрь 2017

64 страницы

№4

ISSN 2313-223X

## 1. Технологии машиностроения. Ядерная техника. Электротехника

### 1.1. ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНЕРАТОРА РЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Рахимов Р. Х., д-р тех. наук, Хасанов Р. З., Ермаков В. П. .... 6

## 2. Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии

### 2.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕЛИЧИН КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПРОПУСКАНИЯ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ

Аракелян С.М., д-р физ.-мат. наук, профессор, Бутковский О. Я., д-р физ.-мат. наук, профессор,  
Бурцев А. А., Лысенко С. Л., канд. физ.-мат. наук, Панков М. А.ч, канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Притоцкий Е. М., Притоцкая А. П. .... 14

### 2.2. ФОНОННЫЙ МЕХАНИЗМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Рахимов Р. Х., д-р техн. наук, Ермаков В. П., Рахимов М. Р. .... 21

### 2.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ КЕРАМИК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СВЯЗУЮЩЕГО

Рахимов Р. Х., д-р техн. наук, Ермаков В. П. .... 36

## 3. Электроэнергетика

### 3.1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И СРЕДСТВО ДЛЯ ЕЁ ОЦЕНКИ

Белицын И. В., канд. пед. наук, Котугин Е. А. .... 41

### 3.2. СРЕДСТВА ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Белицын И. В., канд. пед. наук .... 47

### 3.3. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ВБЛИЗИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Белицын И. В., канд. пед. наук .... 53

## 4. Результаты экспериментальных исследований

### 4.1. ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КЕРАМИКИ ДЛЯ СУШКИ КРАСОК, ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИН

Рахимов Р. Х., д-р техн. наук, Ермаков В. П. .... 60

Требования к материалам, представляемым в журнал «Computational nanotechnology»,  
порядок и условия публикации статей .... 63