

ВЕСТНИК  
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ISSN 2072-8387 (print)

2019 / № 4

ISSN 2310-7251 (online)

серия

# ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА

**Рецензируемый научный журнал. Основан в 1998 г.**

Журнал «Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-математика» включён Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» по следующим научным специальностям: 01.04.02 – Теоретическая физика (физико-математические науки); 01.04.07 – Физика конденсированного состояния (физико-математические науки) (См.: Список журналов на сайте ВАК при Минобрнауки России).

**The peer-reviewed journal was founded in 1998**

«Bulletin of Moscow Region State University. Series: Physics and Mathematics» is included by the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation into “the List of leading reviewed academic journals and periodicals recommended for publishing in corresponding series basic research thesis results for a Ph.D. Candidate or Doctorate Degree” on the following scientific specialities: 01.04.02 – Theoretical physics (physical-mathematical sciences); 01.04.07 – Physics of the condensed state (physical-mathematical sciences) (See: the online List of journals at the site of the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation).

ISSN 2072-8387 (print)

2019 / № 4

ISSN 2310-7251 (online)

series

# PHYSICS AND MATHEMATICS

BULLETIN OF THE MOSCOW REGION  
STATE UNIVERSITY

## Учредитель журнала

«Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-математика»

Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области

Московский государственный областной университет

Выходит 4 раза в год

### Редакционная коллегия

*Главный редактор серии:*

**Бугаев А. С.** – д. ф.-м. н., академик РАН, Московский физико-технический институт (Государственный университет)

*Заместитель главного редактора:*

**Жачкин В. А.** – д. ф.-м. н., проф., Московский государственный областной университет

*Ответственный секретарь:*

**Васильчикова Е. Н.** – к. ф.-м. н., доц., Московский государственный областной университет

*Члены редакционной коллегии:*

**Беляев В. В.** – д. т. н., проф., Московский государственный областной университет;

**Бугримов А. Л.** – д. т. н., проф., Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство);

**Геворкян Э. В.** – д. ф.-м. н., проф., Московский государственный областной университет;

**Калашников Е. В.** – д. ф.-м. н., Московский государственный областной университет;

**Осипов М. А.** – д. ф.-м. н., проф., Университет Стратклайд (Великобритания);

**Смирнова И. М.** – д. п. н., проф., Московский педагогический государственный университет;

**Чаругин В. М.** – д. ф.-м. н., проф., Московский педагогический государственный университет;

**Чигринов В. Г.** – д. ф.-м. н., проф., Гонконгский университет науки и технологий (Китай)

ISSN 2072-8387 (print)

ISSN 2310-7251 (online)

Рецензируемый научный журнал «Вестник московского государственного областного университета. Серия: Физика-математика» публикует статьи по математическим проблемам термодинамики, кинетики и статистической физики; теории конденсированного состояния классических и квантовых, макроскопических и микроскопических систем; изучению различных состояний вещества и физических явлений в них; статистической физике и кинетической теории равновесных и неравновесных систем; теоретическому и экспериментальному исследованию физических свойств неупорядоченных неорганических систем; изучению экспериментального состояния конденсированных веществ и фазовых переходов в них. Журнал адресован ученым, докторантам, аспирантам и всем, интересующимся достижениями физико-математических наук.

Журнал «Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Физика-математика» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Регистрационное свидетельство ПИ № ФС 77-73344.

**Индекс серии «Физика-математика» по Объединенному каталогу «Пресса России» 40723**

Журнал включён в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), имеет полнотекстовую сетевую версию в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), с августа 2017 г. на платформе Научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (<https://cyberleninka.ru>), а также на сайте Московского государственного областного университета ([www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)).

При цитировании ссылка на конкретную серию «Вестника Московского государственного областного университета» обязательна. Публикация материалов осуществляется в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY).

Ответственность за содержание статей несут авторы. Мнение автора может не совпадать с точкой зрения редколлегии серии. Рукописи не возвращаются.

Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-математика. – 2019. – № 4. – 98 с.

© МГОУ, 2019.

© ИИУ МГОУ, 2019.

**Адрес Отдела по изданию научного журнала «Вестник Московского государственного областного университета»**

г. Москва, ул. Радио, д.10А, офис 98

тел. (495) 723-56-31; (495) 780-09-42 (доб. 6101)

e-mail: [info@vestnik-mgou.ru](mailto:info@vestnik-mgou.ru); сайт: [www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)

**Founder of journal**  
**«Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Physics and Mathematics»**  
Moscow Region State University

————— Issued 4 times a year —————

**Editorial board**

*Editor-in-chief:*

**A. S. Bugaev** – Doctor of Physics and Mathematics, Academician of RAS, Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

*Deputy editor-in-chief:*

**V. A. Zhachkin** – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Moscow Region State University

*Executive secretary:*

**E. N. Vasilchikova** – Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor, Moscow Region State University

*Members of Editorial Board:*

**V. V. Belyaev** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Region State University;

**A. L. Bugrimov** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Kosygin State University of Russia;

**E. V. Gevorkyan** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Region State University;

**E. V. Kalashnikov** – Doctor of Physics and Mathematics, Moscow Region State University;

**I. M. Smirnova** – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Moscow State Pedagogical University;

**M. A. Osipov** – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Strathclyde University (Glasgow, UK);

**V. M. Charugin** – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Moscow State Pedagogical University;

**V. G. Chigrinov** – Hong Kong University of Science and Technology (China)

**ISSN 2072-8387 (print)**

**ISSN 2310-7251 (online)**

The reviewed scientific journal “Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Physics and Mathematics” publishes articles on mathematical problems of thermodynamics, kinetics and statistical physics; the theory of the condensed state of classical and quantum, macroscopic and microscopic systems; the study of various states of substance and physical phenomena in them; statistical physics and the kinetic theory of equilibrium and non-equilibrium systems; theoretical and experimental research of physical features of disordered inorganic systems; the study of the experimental state of condensed substances and phase transitions in them. The journal is addressed to scientists, doctoral students, PhD students and everyone interested in the achievements of physical and mathematical sciences.

The series «Physics and Mathematics» of the Bulletin of the Moscow Region State University is registered in Federal service on supervision of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection. The registration certificate ПИ № 0С 77 - 73344.

**Index series «Physics and Mathematics» according to the union catalog «Press of Russia» 40723**

The journal is included into the database of the Russian Science Citation Index, has a full text network version on the Internet on the platform of Scientific Electronic Library ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), and from August 2017 on the platform of the Scientific Electronic Library “CyberLeninka” (<https://cyberleninka.ru>), as well as at the site of the Moscow Region State University ([www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru))

At citing the reference to a particular series of «Bulletin of the Moscow Region State University» is obligatory. Scientific publication of materials is carried out in accordance with the license of Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY).

The authors bear all responsibility for the content of their papers. The opinion of the Editorial Board of the series does not necessarily coincide with that of the author. Manuscripts are not returned.

Bulletin of the Moscow State Regional University. Series: Physics and Mathematics. – 2019. – № 4. – 98 p.

© MRSU, 2019.

© Moscow Region State University Editorial Office, 2019.

**The Editorial Board address:**

**Moscow Region State University**

10A Radio st., office 98, Moscow, Russia

Phones: (495) 723-56-31; (495) 780-09-42 (add. 6101)

e-mail: [info@vestnik-mgou.ru](mailto:info@vestnik-mgou.ru); site: [www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)



## ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал «Вестник Московского государственного областного университета» основан в 1998 г. Сегодня выпускается десять журналов (предметных серий) "Вестника Московского государственного областного университета": «История и политические науки», «Экономика», «Юриспруденция», «Философские науки», «Естественные науки», «Русская филология», «Физика-математика», «Лингвистика», «Психологические науки», «Педагогика». Журналы включены в составленный Высшей аттестационной комиссией Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук по наукам, соответствующим названию серии. Журнал включён в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Печатная версия журнала зарегистрирована в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Полнотекстовая версия журнала доступна в Интернете на платформах Научных электронных библиотек ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), [cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru)), а также на сайте журнала ([www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)).

---

## ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ: ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
2019. № 4

Над номером работали:

Литературный редактор М.С. Тарасова  
Переводчик И.А. Улиткин  
Корректор М.С. Тарасова  
Компьютерная верстка Н.Н. Жильцов

Отдел по изданию научного журнала  
«Вестник Московского государственного областного университета»  
Информационно-издательского управления МГОУ  
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, офис 98  
тел. (495) 723-56-31; (495) 780-09-42 (доб. 6101)  
e-mail: [info@vestnik-mgou.ru](mailto:info@vestnik-mgou.ru)  
сайт: [www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)

Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».

Тираж 500 экз. Усл. п. л. 6,25, уч.-изд. л. 5,5.

Подписано в печать: 30.12.2019. Дата выхода в свет: 16.01.2020. Заказ № 2019/12-14.

Отпечатано в ИИУ МГОУ  
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А