

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

*Ю. В. Гуляев*, академик РАН, д.ф.-м.н., профессор, ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН (Москва, Россия)

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

*И. В. Сысоев*, д.ф.-м.н., доцент, СГУ имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

*А. Н. Чумаченко*, д. геогр. н., СГУ имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

## ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

*В. М. Аникин*, д.ф.-м.н., профессор, СГУ имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

*Б. П. Безручко*, д.ф.-м.н., профессор, СГУ имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

*С. Боккалетти*, Ph.D., Институт сложных систем при Национальном исследовательском совете (Флоренция, Италия)

*А. М. Быков*, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург, Россия)

*В. А. Вакорин*, Ph.D., Университет Саймона Фрейзера (Ванкувер, Канада)

*С. В. Гонченко*, д.ф.-м.н., профессор, ННГУ им. Н. И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)

*Н. С. Гинзбург*, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, ИПФ РАН (Нижний Новгород, Россия)

*А. С. Дмитриев*, д.ф.-м.н., профессор, ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН (Москва, Россия)

*С. А. Кащенко*, д.ф.-м.н., профессор, ЯрГУ им. П. Г. Демидова (Ярославль, Россия)

*А. В. Красков*, Ph.D., Ньюкаслский университет (Ньюкасл, Великобритания)

*Н. В. Кузнецов*, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, СПбГУ (Санкт-Петербург, Россия)

*Ж. ван Луйтелаар*, Ph.D., профессор, Университет Неймегена имени святого Радбода Утрехтского (Неймеген, Нидерланды)

*А. Люттйоханн*, Ph.D., Институт физиологии I Вестфальского университета имени Вильгельма (Мюнстер, Германия)

*Г. Г. Малинецкий*, д.ф.-м.н., профессор, ИПМ им. М. В. Келдыша РАН (Москва, Россия)

*В. В. Матросов*, д.ф.-м.н., профессор, ННГУ им. Н. И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)

*И. И. Мохов*, академик РАН, д.ф.-м.н., профессор, Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН (Москва, Россия)

*А. Б. Нейман*, д.ф.-м.н., Университет Огайо (Огайо, США)

*В. И. Некоркин*, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, ИПФ РАН (Нижний Новгород, Россия)

*А. С. Пиковский*, доктор наук, Потсдамский университет (Потсдам, Германия)

*А. Н. Писарчик*, к.ф.-м.н., Мадридский технический университет (Мадрид, Испания)

*А. В. Порубов*, д.ф.-м.н., ИПМаш РАН (Санкт-Петербург, Россия)

*В. В. Тучин*, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, СГУ имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

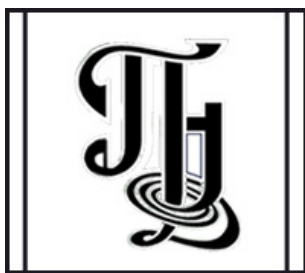
*А. М. Фейгин*, д.ф.-м.н., профессор, ИПФ РАН (Нижний Новгород, Россия)

*В. А. Царёв*, д.т.н., профессор, СГТУ имени Гагарина Ю. А (Саратов, Россия)

*В. А. Черепенин*, академик РАН, д.ф.-м.н., профессор, ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН (Москва, Россия)

*М. В. Шитикова*, д.ф.-м.н., профессор, ВГТУ (Воронеж, Россия)

*В. Г. Яхно*, д.ф.-м.н., профессор, ИПФ РАН (Нижний Новгород, Россия)



**Известия высших учебных заведений  
ПРИКЛАДНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА**

*Научно-технический журнал*

Издается с 1993 года, выходит 6 раз в год

**Учредитель** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»  
**Издатель** Россия, 410012 Саратов, Астраханская, 83; e-mail: rector@sgu.ru  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»  
Россия, 410012 Саратов, Астраханская, 83; e-mail: rector@sgu.ru

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 1492 от 19.12.1991, перерегистрация: № 1492 от 24.08.1998, перерегистрация: ПИ № ФС77-77991 от 20.03.2020

Краткое название: Известия вузов. ПНД

ISSN печатной версии 0869-6632, ISSN online версии 2542-1905

Язык публикаций: русский, английский

Журнал включён как самостоятельное издание в два индекса Web of Science: Emerging Source Citation Index (WoS Core Collection) и Russian Science Citation Index

Журнал включен в библиографическую базу данных SCOPUS (sourceid/21100864538) как самостоятельное издание

Журнал включен 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». Научные специальности, по которым присуждаются учёные степени (физико-математические науки): 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела, 1.3.3 – Теоретическая физика, 1.3.4 – Радиофизика, 1.3.5 – Физическая электроника, 1.3.6 – Оптика, 1.3.9 – Физика плазмы, 1.3.11 – Физика полупроводников, 1.3.19 – Лазерная физика, 1.5.2 – Биофизика

Подписку на печатную версию издания можно оформить в Интернет-каталоге ГК «Урал-Пресс» (uralpress.ru). Цена свободная

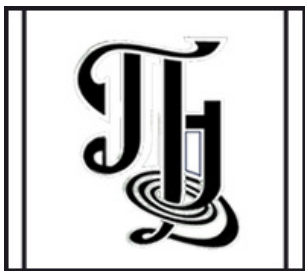
Электронная версия журнала находится в открытом доступе

Зав. редакцией М. В. Сысоева  
Редакторы: Л. А. Сидорова, А. О. Салахова  
Верстка О. Н. Строгановой

Адрес редакции: Россия, 410012 Саратов,  
Астраханская, 83. Тел.: +7 (8452) 523864,  
+7 (909) 3367208, e-mail: andjournal@sgu.ru,  
сайт: <http://andjournal.sgu.ru>

Подписан в печать 12.01.2024  
Вышел в свет 31.01.2024  
Формат 60x84 1/8. Усл. печ. л. 16,28 (17,5)  
Тираж 100 экз. Заказ № 7-Т

Отпечатан в Типографии Саратовского  
университета. Адрес типографии: Россия,  
410012 Саратов, Астраханская, 83, корп. 8  
Тел.: +7 (8452) 273385, e-mail: sguprint@bk.ru



**Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy**  
**APPLIED NONLINEAR DYNAMICS**

*Scientific-technical journal*

Published since 1993, 6 issues per year

**The journal was founded by** Saratov State University  
83, Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia; e-mail: rector@sgu.ru

**The publisher of the journal is** Saratov State University  
83, Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia; e-mail: rector@sgu.ru

Registered with the Federal service for supervision of communications, information technology and mass communications. Certificate of mass media registration No 1492 of 19.12.1991, re-registration: No 1492 of 24.08.1998, re-registration: ПИ No ФC77-77991 of 20.03.2020

Abbreviated title: Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics

ISSN print 0869-6632, ISSN online 2542-1905

Languages of publication: Russian and English

The journal is included into Web of Science Core Collection, Emerging Source Citation Index and into Russian Science Citation Index on the Web of Science platform

The journal has been indexed in SCOPUS as an independent source (sourceid/21100864538)

The journal is included in «The LIST of peer-reviewed scientific publications, where the main scientific results of Candidate of Sciences and Doctor of Sciences dissertations have to be published». The following Scientific Specialties in the field of Physics and Mathematical Sciences are presented: 1.1.8 – Mechanics of a deformable solid body, 1.3.3 – Theoretical Physics, 1.3.4 – Radio Physics, 1.3.5 – Physical Electronics, 1.3.6 – Optics, 1.3.9 – Plasma Physics, 1.3.11 – Semiconductor Physics, 1.3.19 – Laser Physics, 1.5.2 – Biophysics

A subscription to the print version of the journal can be issued in the Internet catalog of the Ural-Press Group of Companies (ural-press.ru)

The journal is Open Access

Head of Editorial office M. V. Sysoeva  
Editors: L. A. Sidorova, A. O. Salakhova  
Layout of O. N. Stroganova

Address of Editorial office: 83, Astrakhanskaya Str.,  
Saratov 410012, Russia. Ph.: +7 (8452) 523864,  
+7 (909) 3367208, e-mail: andjournal@sgu.ru,  
website: <http://andjournal.sgu.ru>

Signed to press 12.01.2024. Published 31.01.2024  
Format 60x84 1/8. Conv.-pr. Sh. of 16,28 (17,5)  
Edition of 100 copies. Order No. 7-T

Printed by Printing House of Saratov State  
University. Address of Printing House:  
83, build. 8, Astrakhanskaya Str., Saratov 410012,  
Russia. Ph.: +7 (8452) 273385, e-mail: sguprint@bk.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОТ РЕДАКТОРА

<i>Бегинин Е. Н., Морозова М. А., Савин А. В.</i> К юбилею кафедры нелинейной физики СГУ .....	5
<i>Кузнецов А. П., Рыскин Н. М.</i> Кафедре динамических систем СГУ на базе СФ ИРЭ РАН — 25 лет .....	8

### БИФУРКАЦИИ В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ. ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ ХАОС. КВАНТОВЫЙ ХАОС

<i>Тюрюкина Л. В.</i> Параметрическое взаимодействие колебательных мод в присутствии квадратичной или кубической нелинейности .....	11
---	----

### ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН

<i>Исаева О. Б., Любченко Д. О.</i> Сравнительный анализ схем скрытой коммуникации, основанных на генераторах со странным аттрактором гиперболического типа и со странным нехаотическим аттрактором .....	31
<i>Адилова А. Б., Рыскин Н. М.</i> Синхронизация генераторов с жестким возбуждением, связанных с задержкой. Часть 1. Фазовое приближение .....	42
<i>Хутиева А. Б., Грачев А. А., Бегинин Е. Н., Садовников А. В.</i> Распространение спиновых волн в решетке латерально и вертикально связанных ЖИГ-микроволноводов при изменении угла намагничивания в линейном и нелинейном режимах .....	57

### НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА И НЕЙРОНАУКА

<i>Купцов П. В., Станкевич Н. В.</i> Моделирование динамики нейронных осцилляторов типа Ходжкина–Хаксли при помощи нейронной сети .....	72
<i>Навроцкая Е. В., Курбако А. В., Пономаренко В. И., Прохоров М. Д.</i> Синхронизация ансамбля мемристивно связанных неидентичных осцилляторов ФитцХью–Нагумо .....	96

### НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЛНЫ. СОЛИТОНЫ. АВТОВОЛНЫ. САМООРГАНИЗАЦИЯ

<i>Лобанов Н. Д., Матвеев О. В., Морозова М. А.</i> Влияние нелинейности на брэгговские резонансы в связанных магнонных кристаллах .....	111
<i>Рябченко А. Д., Рыбалова Е. В., Стрелкова Г. И.</i> Воздействие аддитивного шума на химерные и уединенные состояния в нейронных ансамблях .....	121

## C O N T E N T S

### EDITORIAL

<i>Beginin E. N., Morozova M. A., Savin A. V.</i> To the anniversary of the Department of Nonlinear Physics of Saratov State University .....	5
<i>Kuznetsov A. P., Ryskin N. M.</i> Department of Dynamic Systems of Saratov State University on the basis of the SB IRE RAS – 25 years .....	8

### BIFURCATION IN DYNAMICAL SYSTEMS. DETERMINISTIC CHAOS. QUANTUM CHAOS

<i>Turukina L. V.</i> Parametric interaction of modes in the presence of quadratic or cubic nonlinearity .....	11
--	----

### APPLIED PROBLEMS OF NONLINEAR OSCILLATION AND WAVE THEORY

<i>Isaeva O. B., Lubchenko D. O.</i> Comparative analysis of the secure communication schemes based on the generators of hyperbolic strange attractor and strange nonchaotic attractor .....	31
<i>Adilova A. B., Ryskin N. M.</i> Synchronization of oscillators with hard excitation coupled with delay. Part 1. Phase approximation .....	42
<i>Khutieva A. B., Grachev A. A., Beginin E. N., Sadovnikov A. V.</i> Propagation of spin waves in a lattice of laterally and vertically coupled YIG microwaveguides by changing the magnetization angle in linear and nonlinear modes .....	57

### NONLINEAR DYNAMICS AND NEUROSCIENCE

<i>Kuptsov P. V., Stankevich N. V.</i> Modeling of the Hodgkin–Huxley neural oscillators dynamics using an artificial neural network .....	72
<i>Navrotskaya E. V., Kurbako A. V., Ponomarenko V. I., Prokhorov M. D.</i> Synchronisation of the ensemble of nonidentical FitzHugh–Nagumo oscillators with memristive couplings .....	96

### NONLINEAR WAVES. SOLITONS. AUTOWAVES. SELF-ORGANIZATION

<i>Lobanov N. D., Matveev O. V., Morozova M. A.</i> Influence of nonlinearity on the Bragg resonances in coupled magnon crystals .....	111
<i>Ryabchenko A. D., Rybalova E. V., Strelkova G. I.</i> Influence of additive noise on chimera and solitary states in neural networks .....	121