

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ISSN 0042-1294

Успехи физических наук

Журнал основан в 1918 г.

УФН • ТОМ 193 № 11 1137 – 1248 2023

уофн

2023 ноябрь
ТОМ 193

№11



СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

- 1137 *Ю.А. Шекинов, Е.О. Васильев, Б.М. Шустов.* Начальные эпизоды химической эволюции межгалактической среды

ФИЗИКА НАШИХ ДНЕЙ

- 1162 *А.К. Фёдоров, Е.О. Киктенко, К.Ю. Хабарова, Н.Н. Колачевский.* Квантовая запутанность, телепортация и случайность: Нобелевская премия по физике 2022 года

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 1173 *Г.В. Мурастов, А.А. Липовка, М.И. Фаткуллин, Р.Д. Родригес, Е.С. Шеремет.* Лазерное восстановление оксида графена: локальное управление свойствами материала

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

- 1205 *Ю.А. Агеева, П.К. Петров.* Соотношение унитарности и унитарные ограничения для теории скалярных полей с разными скоростями звука
- 1214 *А.М. Гайфуллин, В.В. Жвик.* Ламинарные затопленные струи несжимаемой жидкости при больших числах Рейнольдса
- 1227 *В.В. Бражкин.* "Квантовые" значения экстремумов "классических" макроскопических величин
- 1237 *Г.В. Парадеженко, А.А. Первишко, Д.И. Юдин.* Машинное обучение для поиска топологических спиновых структур
- 1248 *Ю.Н. Ерошенко.* Новости физики в сети Internet: ноябрь 2023





CONTENTS

REVIEWS OF TOPICAL PROBLEMS

- 1137 *Yu.A. Shchekinov, E.O. Vasiliev, B.M. Shustov.* Initial episodes of the chemical evolution of the intergalactic medium

PHYSICS OF OUR DAYS

- 1162 *A.K. Fedorov, E.O. Kiktenko, K.Yu. Khabarova, N.N. Kolachevsky.* Quantum entanglement, teleportation, and randomness: Nobel Prize in Physics 2022

INSTRUMENTS AND METHODS OF INVESTIGATION

- 1173 *G.V. Murastov, A.A. Lipovka, M.I. Fatkullin, R.D. Rodriguez, E.S. Sheremet.* Laser reduction of graphene oxide: local control of material properties

METHODOLOGICAL NOTES

- 1205 *Yu.A. Ageeva, P.K. Petrov.* Unitarity relation and unitarity bounds for scalars with different sound speeds
1214 *A.M. Gaifullin, V.V. Zhvick.* Laminar submerged jets of incompressible fluid at large Reynolds numbers
1227 *V.V. Brazhkin.* ‘Quantum’ values of the extrema of ‘classical’ macroscopic quantities
1237 *G.V. Paradezhenko, A.A. Pervishko, D.I. Yudin.* Machine learning for the search for topological spin structures
1248 *Yu.N. Eroshenko.* Physics news on the Internet: November 2023

Успехи физических наук, т. 193, № 11
Выпускающий научный редактор *С.М. Апенко.*
Редактор *М.С. Аксентьева.*
Литературный редактор *Т.Б. Ларионова.*
Стилистическое редактирование английских текстов *К. Франчук.*
Редактор-библиограф *Е.В. Захарова.*

Сдано в набор 01.09.2023 г. Подписано к печати 06.11.2023 г. Формат 60 × 88/8.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,72. Усл. кр.-отг. 14,22.
Физ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 18,06. Тираж 150 экз. Заказ № 2470.
Условия оформления подписки на журнал "Успехи физических наук" на 2023 г. см. на сайте УФН www.ufn.ru.
Стоимость отдельного номера журнала за 2018–2022 гг. для организаций — 1000 руб.;
для индивидуальных подписчиков — 500 руб.
(заказ в Редакции журнала "Успехи физических наук" по тел. (499) 190-34-52, (499) 190-42-44.
или по адресу 123182 Москва, ул. Щукинская д. 12, корп. 1).

Адрес редакции: 119991 Москва, Ленинский проспект 53, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,
Редакция журнала "Успехи физических наук". Сайт журнала УФН: www.ufn.ru
Тел./факс (499) 190-42-44, (499) 190-34-52. E-mail: ufn@ufn.ru

Оригинал-макет подготовлен в Редакции журнала "Успехи физических наук".
Компьютерный набор и верстка: *Н.В. Грибкова, М.А. Моргунова.*
Компьютерная графика и фотоработы: *А.В. Бобков, Г.В. Варванина.*
Поддержка компьютерной системы и информационное администрирование:
Д.А. Олемской, Е.В. Захарова, Ю.Н. Ерошенко, Е.А. Фример.
Номер набран и сверстан с использованием системы Advent 3B2 Total Publishing System (предоставлена фирмой Turpion Ltd.)

Отпечатано с предоставленных готовых файлов в полиграфическом центре ФГУП Издательство "Известия"
127254 Москва, ул. Добролюбова д. 6, телефон: (495) 650-38-80, e-mail: izv-udprf.ru