

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

- 225 *Д.А. Трунин.* Педагогическое введение в модель Сачдева–Йе–Китаева и двумерную дилатонную гравитацию
- 262 *А.Д. Погребняк, М.А. Лисовенко, А. Турлыбекулы, В.В. Бураич.* Защитные покрытия с наноразмерной многослойной архитектурой: современное состояние и перспективы
- 292 *В.П. Лукин.* Внешний масштаб турбулентности и его влияние на флуктуации оптических волн

### ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 318 *К.В. Жуковский.* Излучение ондуляторов и лазеров на свободных электронах с аналитическим учётом гармоник поля и внеосевых эффектов

### PERSONALIA

- 331 Памяти Михаила Игоревича Панасюка
- 333 Памяти Николая Николаевича Сибельдина
- 335 *Ю.Н. Ерошенко.* Новости физики в сети Internet



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ISSN 0042-1294

# Успехи физических наук

Журнал основан в 1918 г.

# уофон

2021 март  
ТОМ 191

№3

Главный редактор В.А. РУБАКОВ

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

Л.П. ПИТАЕВСКИЙ (зам. главного редактора), Е.Б. АЛЕКСАНДРОВ, Ф.И. АТАУЛЛАХАНОВ, Ю.В. ГУЛЯЕВ, С.П. ДЕНИСОВ, Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ, А.А. КАПЛЯНСКИЙ, О.А. КОЧАРОВСКАЯ, Г.Н. КУЛИПАНОВ, А.Г. ЛИТВАК, Г.А. МЕСЯЦ, Р.А. СЮНЯЕВ, А.Р. ХОХЛОВ, А.М. ЧЕРЕПАЩУК

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

О.В. РУДЕНКО (зам. главного редактора), М.С. АКСЕНТЬЕВА (ответственный секретарь), П.И. АРСЕЕВ, В.С. БЕСКИН, А.Е. БОНДАРЬ, В.В. БРАЖКИН, С.В. БУЛАНОВ, М.А. ВАСИЛЬЕВ, М.И. ВЫСОЦКИЙ, И.М. ДРЕМИН, А.М. ЖЁЛТИКОВ, Г.Р. ИВАНИЦКИЙ, Д.И. КАЗАКОВ, В.В. КВЕДЕР, Н.Н. КОЛАЧЕВСКИЙ, З.Ф. КРАСИЛЬНИК, Е.А. КУЗНЕЦОВ, С.А. НИКИТОВ, В.Ф. ОБРАЗЦОВ, П.Н. ПАХЛОВ, К.А. ПОСТНОВ, В.И. РИТУС, Г.И. РУБЦОВ, М.В. САДОВСКИЙ, А.М. СЕРГЕЕВ, Б.М. СМИРНОВ, Р.А. СУРИС, Д.Р. ХОХЛОВ, М.В. ЧЕХОВА, Е.М. ЧУРАЗОВ

"Успехи физических наук" (сокращенно УФН) — журнал, публикующий обзоры современного состояния наиболее актуальных проблем физики и смежных с нею наук. Предназначается для научных работников, аспирантов, студентов-физиков старших курсов, преподавателей. Выходит 12 раз в год (1 том, включающий 12 номеров; при цитировании статей 1990–1993 гг. обязательно указывается номер журнала). Список указателей к вышедшим томам помещался на первой странице годового указателя статей в декабрьских номерах 1990–1995, 1997–2010, 2013–2016 гг.

# *Вниманию читателей!*

*Условия оформления подписки на журнал*

*"Успехи физических наук" на 2021 г.*

*см. на с. 2, т. 191, № 1, 2021 г.*

*и на сайте УФН [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)*

*Электронные препринты статей,  
опубликованных в журнале УФН,  
доступны через Internet с 26 декабря 1994 года  
(сайт [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru))*

Адрес редакции:

119991 Москва, Ленинский проспект 53, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,

Редакция журнала "Успехи физических наук"

Тел. (499) 132-62-65. Тел./факс (499) 132-63-48

Тел./факс (499) 190-42-44, (499) 190-34-52. E-mail: [ufn@ufn.ru](mailto:ufn@ufn.ru)

## CONTENTS

### REVIEWS OF TOPICAL PROBLEMS

- 225 *D.A. Trunin*. Pedagogical introduction to the Sachdev–Ye–Kitaev model and two-dimensional dilaton gravity  
262 *A.D. Pogrebnyak, M.A. Lisovenko, A. Turlybekuly, V.V. Buranich*. Protective coatings with nanoscale multilayer architecture: current state and main trends  
292 *V.P. Lukin*. Outer scale of turbulence and its influence on fluctuations of optical waves

### INSTRUMENTS AND METHODS OF INVESTIGATION

- 318 *K.V. Zhukovsky*. Undulator and free-electron laser radiation with field harmonics and off-axis effects taken into account analytically

### PERSONALIA

- 331 In memory of Mikhail Igorevich Panasyuk  
333 In memory of Nikolai Nikolaevich Sibeldin  
335 *Yu.N. Eroshenko*. Physics news on the Internet

Успехи физических наук, т. 191, № 3  
Выпускающий научный редактор *С.М. Апенко*.  
Редакторы *М.С. Аксентьева, Т.П. Романова, Е.А. Фример*.  
Литературный редактор *Т.Б. Ларионова*.  
Стилистическое редактирование английских текстов *К. Франчук*.  
Редактор-библиограф *Е.В. Захарова*.

---

Сдано в набор 30.12.2020 г. Подписано к печати 03.03.2021 г. Формат 60 × 88/8.  
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,72. Усл. кр.-отг. 14,7.  
Физ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 17,25. Тираж 500 экз. Заказ 124.  
Условия оформления подписки на журнал "Успехи физических наук" на 2021 г. см. на с. 2, т. 191, № 1, 2021 г.  
Стоимость отдельного номера журнала за 1994–2020 гг. для организаций — 500 руб.;  
для индивидуальных подписчиков — 250 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](http://www.ufn.ru)  
Тел. (499) 132-62-65. Тел./факс (499) 132-63-48. Тел./факс (499) 190-42-44, (499) 190-34-52. E-mail: [ufn@ufn.ru](mailto:ufn@ufn.ru)

---

Оригинал-макет подготовлен в Редакции журнала "Успехи физических наук".  
Компьютерный набор и верстка: *А.Н. Грибков, М.А. Моргунова*.  
Компьютерная графика и фотоработы: *А.В. Бобков, Г.В. Варвашина*.  
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 в ФГУП "Издательство "Наука" (Типография "Наука"), 121099 Москва, Шубинский пер., 6