

## СОДЕРЖАНИЕ

### К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АНДРЕЯ ДМИТРИЕВИЧА САХАРОВА

- 449 *Б.Л. Альтшулер.* Научная деятельность А.Д. Сахарова и современная физика

### ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

- 475 *А.В. Гульельми, А.С. Потапов.* Частотно-модулированные ультранизкочастотные волны в околоземном космическом пространстве

### ФИЗИКА НАШИХ ДНЕЙ

- 492 *В.И. Жукова, А.В. Нефедьев, П.Н. Пахлов, С.И. Эйдельман.* Суперфабрика прелестных адронов Belle II

### ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 522 *Е.Н. Рагозин, Е.А. Вишняков, А.О. Колесников, А.С. Пирожков, А.Н. Шатохин.* Спектрометры для мягкого рентгеновского диапазона на основе аперiodических отражательных решёток и их применение

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

- 543 *Г.С. Бисноватый-Коган, И.А. Кондратьев.* Газ свободных электронов и равновесие электрон-позитронных пар в магнитном поле

- 558 *Ю.Н. Ерошенко.* Новости физики в сети Internet

### БИБЛИОГРАФИЯ

- 559 Новые книги по физике и смежным наукам (*Е.В. Захарова*)



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ISSN 0042-1294

# Успехи физических наук

Журнал основан в 1918 г.

# уофон

2021 май  
ТОМ 191

№5

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

### 100th ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF ANDREI DMITRIEVICH SAKHAROV

- 449 *B.L. Altshuler*. Andrei Sakharov's research work and modern physics

### REVIEWS OF TOPICAL PROBLEMS

- 475 *A.V. Guglielmi, A.S. Potapov*. Frequency-modulated ULF waves in near-Earth space

### PHYSICS OF OUR DAYS

- 492 *V.I. Zhukova, A.V. Nefediev, P.N. Pakhlov, S.I. Eidel'man*. Super-factory of bottomed hadrons Belle II

### INSTRUMENTS AND METHODS OF INVESTIGATION

- 522 *E.N. Ragozin, E.A. Vishnyakov, A.O. Kolesnikov, A.S. Pirozhkov, A.N. Shatokhin*. Soft X-ray spectrometers based on aperiodic reflection gratings and their application

### METHODOLOGICAL NOTES

- 543 *G.S. Bisnovatyi-Kogan, I.A. Kondratyev*. Free electron gas and electron–positron pair equilibrium in a magnetic field

- 558 *Yu.N. Eroshenko*. Physics news on the Internet

### BIBLIOGRAPHY

- 559 *E.V. Zakharova*. New books on physics and related sciences

Успехи физических наук, т. 191, № 5

Выпускающий научный редактор *С.М. Аленко*.

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 01.03.2020 г. Подписано к печати 04.05.2021 г. Формат 60 × 88/8.

Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,72. Усл. кр.-отт. 14,7.

Физ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 18,19. Тираж 500 экз. Заказ 293.

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. Варавина*.

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