



СОДЕРЖАНИЕ

К 270-летию МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (МГУ) имени М.В. ЛОМОНОСОВА

- ii *В.А. Садовничий*. 270 лет Московскому государственному университету (МГУ) имени М.В. Ломоносова
- 335 *В.В. Белокуров, П.А. Фори*. Физика в Московском университете

ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

- 344 *Б.М. Шустов, В.В. Бусарев, Е.В. Петрова, М.П. Щербина, Р.В. Золотарёв*. Новые взгляды на активность астероидов: наблюдения, модели, прогнозы
- 377 *С.В. Колесников, А.Г. Сыромятников, А.М. Салецкий, А.Л. Клавсюк*. Экзотические наноструктуры на поверхности металлов

ФИЗИКА НАШИХ ДНЕЙ

- 395 *Е.А. Илларионов*. Методы машинного обучения в физике Солнца

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 416 *Е.Н. Овчинникова, А.П. Орешко, В.Е. Дмитриенко*. Интерференционные явления в рентгеновской дифракционной спектроскопии
- 425 *Э.И. Рау, С.В. Зайцев*. Эффект увеличения коэффициента обратно рассеянных электронов на многослойных наноструктурах и инверсия контраста изображений в сканирующей электронной микроскопии

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

- 432 *М.В. Кузлев*. Вынужденный эффект Черенкова и диссипативно-излучательные неустойчивости при сверхсветовом движении релятивистского электронного пучка в слоистой среде

PERSONALIA

- 451 Сергей Аполлонович Никитов (к 70-летию со дня рождения)
- 453 *Ю.Н. Ерошенко*. Новости физики в сети Internet: апрель 2025

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ISSN 0042-1294

Успехи физических наук



Журнал основан в 1918 г.

УФФН

2025 апрель
том 195

№4



270 лет

МОСКОВСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ УНИВЕРСИТЕТУ (МГУ) имени М.В. ЛОМОНОСОВА



Без преувеличения можно сказать, что Московский университет явился основоположником развития физики в России и оказал большое влияние на всю мировую науку. Физикой в университете начали заниматься сразу после его основания, на философском факультете. По проекту самого Ломоносова была организована кафедра "физики экспериментальной и теоретической". Большое число выдающихся учёных-физиков, среди которых 8 нобелевских лауреатов, учились и работали в стенах университета. К сегодняшнему дню накоплен значительный опыт исследовательской работы и преподавания физических дисциплин. Московский университет по праву считается одним из мировых лидеров в области физики. В университете проводятся исследования практически по всем современным направлениям физики и астрономии, а также по использованию достижений физики в смежных областях: медицине, биологии, когнитивных науках и др. Многие разработки внедряются в производство.

Значительные результаты достигнуты при создании новейших технологий. В Московском университете занимаются не только программной реализацией систем искусственного интеллекта, но и конструируют их в виде микросхем, оптических элементов и пр. Квантовые алгоритмы применяются для ускорения процессов обучения нейронных сетей. В МГУ создан Институт перспективных исследований проблем искусственного интеллекта и интеллектуальных систем. Целью института является проведение фундаментальных и прикладных работ, а также междисциплинарных исследований с применением искусственного интеллекта.

Разработка квантовых вычислителей и компьютеров — ещё одно из важнейших современных направлений. Учёными Московского университета и Российского квантового центра создан первый в России прототип 50-кубитного вычислителя на одиночных нейтральных атомах рубидия. Прототип успешно протестирован 19 декабря 2024 года. Это прекрасный задел для развития квантовых вычислителей до уровня 300 и более кубитов. Впоследствии планируется перейти от вычислителей, исполняющих лишь алгоритмы небольшой сложности, к полноценным универсальным квантовым компьютерам.

Законы квантовой физики позволяют обеспечить абсолютную секретность в передаче данных. Московский университет создал и успешно испытал полностью автоматическую оптоволоконную систему квантовой связи. Сейчас МГУ является ключевым участником в проекте Межуниверситетской квантовой связи. Ещё более амбициозная задача состоит в реализации космической связи. Такой проект стартовал в рамках соглашения с ОАО "Российские железные дороги".

В этом специальном выпуске журнала "Успехи физических наук" (УФН 195 (4) 335–454 (2025)), посвящённом 270-летию МГУ, собраны статьи учёных-физиков Московского университета, знакомящие читателей с достижениями в некоторых областях физики и смежных наук, а также с краткой историей развития физики в МГУ.

Виктор Антонович Садовничий
Ректор Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова, академик Российской академии наук

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК 2025, том 195. Журнал издаётся с апреля 1918 г.

Главный редактор О.В. РУДЕНКО

Редационный совет: Е.Б. АЛЕКСАНДРОВ, Ф.И. АТАУЛЛАХАНОВ, Ю.В. ГУЛЯЕВ, С.П. ДЕНИСОВ, Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
О.А. КОЧАРОВСКАЯ, Г.Н. КУЛИПАНОВ, А.Г. ЛИТВАК, Г.А. МЕСЯЦ, Р.А. СЮНЯЕВ, А.Р. ХОХЛОВ, А.М. ЧЕРЕПАШУК

Редакционная коллегия: М.С. АКСЕНТЬЕВА (ответственный секретарь), П.И. АРСЕЕВ, В.С. БЕСКИН, А.Е. БОНДАРЬ,
В.В. БРАЖКИН, М.А. ВАСИЛЬЕВ, М.И. ВЫСОЦКИЙ, И.М. ДРЁМИН, 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, 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 ней 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).

© Физический институт им. П.Н. Лебедева
Российской академии наук,
"Успехи физических наук" 2025



MSU 270
1755 2025

Lomonosov Moscow
State University

CONTENTS

On the 270th Anniversary of the M.V. Lomonosov Moscow State University (MSU)

- ii *V.A. Sadovnichy*. 270 years of the M.V. Lomonosov Moscow State University
335 *V.V. Belokurov, P.A. Forsh*. Physics at Moscow University

REVIEWS OF TOPICAL PROBLEMS

- 344 *B.M. Shustov, V.V. Busarev, E.V. Petrova, M.P. Shcherbina, R.V. Zolotarev*. Novel views of asteroid activity: observations, models, forecasts
377 *S.V. Kolesnikov, A.G. Syromyatnikov, A.M. Saletsky, A.L. Klavysyuk*. Exotic nanostructures on metal surfaces

PHYSICS OF OUR DAYS

- 395 *E.A. Illarionov*. Machine learning methods in solar physics

INSTRUMENTS AND METHODS OF INVESTIGATION

- 416 *E.N. Ovchinnikova, A.P. Oreshko, V.E. Dmitrienko*. Interference phenomena in X-ray diffraction spectroscopy
425 *E.I. Rau, S.V. Zaitsev*. Effect of increasing the coefficient of backscattered electrons for multilayer nanostructures and image contrast inversion in scanning electron microscopy

METHODOLOGICAL NOTES

- 432 *M.V. Kuzeleev*. Stimulated Cherenkov effect and dissipative-radiative instabilities in superluminal motion of a relativistic electron beam in a layered medium

PERSONALIA

- 451 Sergei Apollonovich Nikitov (on his 70th birthday)
453 *Yu.N. Eroshenko*. Physics news on the Internet: April 2025

Успехи физических наук, т. 195, № 4
Выпускающий научный редактор *С.М. Апенко*.
Редактор *М.С. Аксентьева*.

Литературные редакторы *Т.Б. Ларионова, Е.А. Фример*.
Стилистическое редактирование английских текстов *К. Франчук*.
Редактор-библиограф *Е.В. Захарова*.

Сдано в набор 01.02.2025 г. Подписано к печати 04.04.2025 г. Формат 60 × 88/8.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,72. Усл. кр.-отт. 14,22.
Физ. л. 15,0. Уч.-изд. л. 17,64. Тираж 150 экз. Заказ № 771.
Условия оформления подписки на журнал "Успехи физических наук" на 2025 г. см. с. 450 и на сайте УФН www.ufn.ru.
Стоимость отдельного номера журнала за 2018–2024 гг. для организаций — 1000 руб.;
для индивидуальных подписчиков — 500 руб.
(заказ в Редакции журнала "Успехи физических наук" по тел. +7 (499) 190-34-52, +7 (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 +7 (499) 190-42-44, +7 (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*.
Фотографии: на с. 335 — *Рамиль Ситдиков* (РИА "Новости"), на с. 337 — *С.Н. Романова*.
Поддержка компьютерной системы и информационное администрирование:
Д.А. Олемской, Е.В. Захарова, Ю.Н. Ерошенко, Е.А. Фример, Д.Е. Чебуков.
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: +7 (495) 650-38-80, e-mail: izv-udprf.ru