



СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

- 1011 В.И. Докучаев, Ю.Н. Ерошенко, В.В. Никулин, К.А. Постнов, С.Г. Рубин, В.Д. Стасенко. Первичные чёрные дыры
1055 К.П. Мелетов. Молекулярные комплексы фуллерена при высоком давлении

КОНФЕРЕНЦИИ И СИМПОЗИУМЫ

- 1076 **К 100-летию квантовой механики. Стандарты частоты** (Научная сессия Отделения физических наук Российской академии наук, 17 декабря 2025 г.)
1077 П.В. Борисюк, Д.А. Мызин, К.Л. Губский, Н.В. Диденко, Ф.А. Корнеев, А.П. Кузнецов, Ю.Ю. Лебединский, Ж.М. Наурызбаев, С.В. Попруженко, Е.В. Чубунова, В.А. Шилов, Е.В. Ткаля. Двухфотонная лазерная генерация экситонных состояний в криокристаллах криптона как метод возбуждения аномального низкоэнергетического изомерного ядерного состояния в изотопе Тория-229

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

- 1086 С.П. Кулик, С.Н. Молотков. Релятивистское квантовое распределение ключей между стационарными объектами на когерентных состояниях
1098 И.М. Сулов. Может ли компьютер смеяться?
1114 М.А. Демьянов, Н.А. Кондратенко. Максимальная дальность релятивистского броска тела в однородном силовом поле

НАУЧНЫЕ НОВОСТИ

- 1120 Ю.Н. Ерошенко. Новости физики в сети Internet: октябрь 2026

PERSONALIA

- 1121 Памяти Игоря Михайловича Сулова



Москва
Редакция журнала
«Успехи физических наук»

УФН

ISSN 0042 — 1294. УФН. 2026, октябрь. Т. 196, № 10. 1011 — 1122.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ISSN 0042-1294

Успехи физических наук

Журнал основан в 1918 г.

уфн

2026 октябрь
том 196

№10

110 лет со дня рождения Виталия Лазаревича Гинзбурга



4 октября 2026 г. исполнится 110 лет со дня рождения Гинзбурга Виталия Лазаревича — учёного, для которого физика была не просто профессией, а формой бескомпромиссной борьбы за Истину как в науке, так и в обществе. Будучи выдающимся педагогом и просветителем, В.Л. Гинзбург оставил богатое научное наследие, которым ещё много лет будут пользоваться благодарные потомки, решившие связать свою жизнь с Наукой. В качестве напутствия будущим исследователям В.Л. Гинзбург в своей Нобелевской лекции, произнесённой 8 декабря 2003 года в Стокгольме, привёл список актуальных (в то время) проблем физики и астрофизики, которые предстояло решить грядущим поколениям учёных. Возможно, что часть проблем из этого "списка Гинзбурга" уже решена, а в ряде вопросов произошёл существенный прогресс, однако напомнить читателям журнала "Успехи физических наук" (УФН) о существовании таких фундаментальных задач представляется целесообразным (см. ниже). Юбилей великого физика планируется отметить Научной сессией Отделения физических наук Российской академии наук (ОФН РАН), которая состоится 21 октября 2026 г. в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН, где В.Л. Гинзбург проработал более 70 лет. Программу сессии см. на www.gpad.ac.ru. Материалы сессии планируются к опубликованию в журнале *УФН*.

"Физический минимум" — актуальные проблемы физики и астрофизики ("список Гинзбурга")

1. Управляемый ядерный синтез.
2. Высокотемпературная и комнатнотемпературная сверхпроводимость (ВТСП и КТСП).
3. Металлический водород. Другие экзотические вещества.
4. Двумерная электронная жидкость (аномальный эффект Холла и некоторые другие эффекты).
5. Некоторые вопросы физики твёрдого тела (гетероструктуры в полупроводниках, квантовые ямы и точки, переходы металл — диэлектрик, волны зарядовой и спиновой плотности, мезоскопика).
6. Фазовые переходы второго рода и родственные им. Некоторые примеры таких переходов. Охлаждение (в частности, лазерное) до сверхнизких температур. Бозе-эйнштейновская конденсация в газах.
7. Физика поверхности. Кластеры.
8. Жидкие кристаллы. Сегнетоэлектрики. Ферротороники.
9. Фуллерены. Нанотрубки.
10. Поведение вещества в сверхсильных магнитных полях.
11. Нелинейная физика. Турбулентность. Солитоны. Хаос. Странные аттракторы.
12. Разряды, газеры, сверхмощные лазеры.
13. Сверхтвёрдые элементы, экзотические ядра.
14. Спектр масс. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Кварк-глюонная плазма.
15. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия. $W^\pm$ и Z^0 -бозоны. Лептоны.
16. Стандартная модель. Великое объединение. Суперобъединение. Распад протона. Масса нейтрино. Магнитные монополи.
17. Фундаментальная длина. Взаимодействие частиц при высоких и сверхвысоких энергиях. Коллайдеры.
18. Несохранение СР-инвариантности.
19. Неизвестные явления в вакууме и в сверхсильных электромагнитных полях. Фазовые переходы в вакууме.
20. Струны. М-теория.
21. Экспериментальная проверка общей теории относительности.
22. Гравитационные волны, их детектирование.
23. Космологическая проблема. Инфляция. Λ -член и "квинт-эссенция". Связь между космологией и физикой высоких энергий.
24. Нейтронные звёзды и пульсары. Сверхновые звёзды.
25. Чёрные дыры. Космические струны (?).
26. Квазары и ядра галактик. Образование галактик.
27. Проблема тёмной материи (скрытой массы) и её детектирования.
28. Происхождение космических лучей с сверхвысокой энергией.
29. Гамма-всплески. Гиперновые.
30. Нейтринная физика и астрономия. Нейтринные осцилляции.

Три "великих" вопроса:

- Возникновение жизни и мышления.
- Интерпретация нерелятивистской квантовой механики.
- Энтропия и стрела времени.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК 2026, том 196. Журнал издаётся с апреля 1918 г.

Главный редактор О.В. РУДЕНКО. РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ: Е.Б. АЛЕКСАНДРОВ, 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

БЮРО РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ: В.В. БРАЖКИН, Д.И. КАЗАКОВ, Н.Н. КОЛАЧЕВСКИЙ, С.А. НИКИТОВ, К.А. ПОСТНОВ, М.В. САДОВСКИЙ, Д.Р. ХОХЛОВ. РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: М.С. АКСЕНТЬЕВА (ответственный секретарь), П.И. АРСЕЕВ, В.С. БЕСКИН, А.Е. БОНДАРЬ, М.А. ВАСИЛЬЕВ, М.И. ВЫСОЦКИЙ, И.М. ДРЁМИН, А.М. ЖЁЛТИКОВ, Г.Р. ИВАНИЦКИЙ, В.В. КВЕДЕР, З.Ф. КРАСИЛЬНИК, Е.А. КУЗНЕЦОВ, В.Ф. ОБРАЗЦОВ, П.Н. ПАХЛОВ, В.И. РИТУС, Г.И. РУБЦОВ, А.М. СЕРГЕЕВ, Б.М. СМЕРНОВ, 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).

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

© Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, "Успехи физических наук" 2026



CONTENTS

REVIEWS OF TOPICAL PROBLEMS

- 1011 *V.I. Dokuchaev, Yu.N. Eroshenko, V.V. Nikulin, K.A. Postnov, S.G. Rubin, V.D. Stasenko.* Primordial black holes
1055 *K.P. Meletov.* Molecular complexes of fullerene at high pressure

CONFERENCES AND SYMPOSIA

- 1076 **On the 100th anniversary of quantum mechanics. Frequency standart** (Scientific Session of the Physical Sciences Division of the Russian Academy of Sciences (PSD RAS) on December 17, 2025)
1077 *P.V. Borisyuk, D.A. Myzin, K.L. Gubskiy, N.V. Didenko, P.A. Korneev, A.P. Kuznetsov, Yu.Yu. Lebedinskii, Ja.M. Nauryzbaev, S.V. Popruzhenko, E.V. Chubunova, V.A. Shilov, E.V. Tkalya.* Two-photon laser generation of exciton states in krypton cryocrystals as a method for excitation of an anomalous low-energy isomeric nuclear state in the Thorium-229 isotope

METHODOLOGICAL NOTES

- 1086 *S.P. Kulik, S.N. Molotkov.* Relativistic quantum key distribution between stationary objects based on coherent states
1098 *I.M. Suslov.* Can computers laugh?
1114 *M.A. Demyanov, N.A. Kondratenko.* The maximum range of a relativistic throw in a uniform force field

SCIENTIFIC NEWS

- 1120 *Yu.N. Eroshenko.* Physics news on the Internet: October 2026

PERSONALIA

- 1121 In memory of Igor Mikhailovich Suslov

Успехи физических наук, т. 196, № 10
Выпускающий научный редактор *С.М. Апенко.*
Редактор *М.С. Аксентьева.*
Литературный редактор *Е.А. Фример.*
Редактор-библиограф *Е.В. Захарова.*

Сдано в набор 04.08.2026 г. Подписано к печати 08.10.2026 г. Формат 60 × 88/8.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.
Физ. л. 14,00 Уч.-изд. л. 17,0. Тираж 150 экз. Заказ № 2074.

Условия оформления подписки на журнал "Успехи физических наук" на 2026 г. см. на сайте *УФН* www.ufn.ru.
Заказ отдельных номеров журнала в Редакции журнала "Успехи физических наук" по *E-mail*: ufn@ufn.ru
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: *М.А. Моргунова.*
Компьютерная графика и фотоработы: *А.В. Бобков.*
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