

УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИЧНИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2071-0186

# UKRAINIAN JOURNAL OF PHYSICS

---

3 TOM 64  
2019  
VOLUME



RECOGNISED BY THE EUROPEAN  
PHYSICAL SOCIETY

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

А. Г. ЗАГОРОДНІЙ (головний редактор)  
В. Г. ЛИТОВЧЕНКО (заступник головного редактора)  
С. М. РЯБЧЕНКО (заступник головного редактора)  
Л. П. ЯЦЕНКО (заступник головного редактора)  
Г. М. МОРОЗОВСЬКА (відповідальний секретар редколегії)

І. В. БЛОНСЬКИЙ	А. М. ПОГОРЛИЙ
М. С. БРОДИН	М. С. СОСКІН
Л. А. БУЛАВІН	М. В. СТРИХА
І. С. ГАНДЖА	В. Й. СУГАКОВ
М. П. КОЗЛОВСЬКИЙ	П. М. ТОМЧУК
В. М. ЛОКТЄВ	М. Ф. ШУЛЬГА
Е. Г. ПЕТРОВ	В. М. ЯЩУК

**EDITORIAL BOARD**

A. G. ZAGORODNY (Editor-in-Chief)  
V. G. LYTOVCHENKO (Deputy Chief Editor)  
S. M. RYABCHENKO (Deputy Chief Editor)  
L. P. YATSENKO (Deputy Chief Editor)  
A. N. MOROZOVSKA (Executive Secretary)

I. V. BLONSKYI	A. N. POGORILY
M. S. BRODIN	M. S. SOSKIN
L. A. BULAVIN	M. V. STRIKHA
I. S. GANDZHA	V. I. SUGAKOV
M. P. KOZLOVSKII	P. M. TOMCHUK
V. M. LOKTEV	M. F. SHULGA
E. G. PETROV	V. M. YASHCHUK

**МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА**

А. А. ВАРЛАМОВ (Рим, Італія)  
В. А. МІРАНСЬКИЙ (Лондон, Канада)  
О. Д. ЛАВРЕНТОВИЧ (Кент, США)  
П. ХАНГІ (Аугсбург, Німеччина)

**INTERNATIONAL ADVISORY EDITORIAL BOARD**

A. A. VARLAMOV (Rome, Italy)  
V. A. MIRANSKY (London, Canada)  
O. D. LAVRETOVICH (Kent, USA)  
P. HANGGI (Augsburg, Germany)

**ТЕМАТИЧНІ РЕДАКТОРИ**

Л. А. БУЛАВІН	Г. М. МОРОЗОВСЬКА
М. В. ВАСНЕЦОВ	Ю. В. СЛЮСАРЕНКО
І. О. ГІРКА	С. М. РЯБЧЕНКО
М. І. ГОРЕНШТЕЙН	В. В. ТЕТЬОРКІН
Я. О. ЗОЛОТАРЮК	С. Г. ШАРАПОВ
В. П. КЛАДЬКО	Ю. В. ШТАНОВ
Б. І. ЛЕВ	В. О. ЮХИМЧУК

**SECTION EDITORS**

L. A. BULAVIN	A. N. MOROZOVSKA
M. V. VASNETSOV	YU. V. SLYUSARENKO
I. O. GIRKA	S. M. RYABCHENKO
M. I. GORENSTEIN	V. V. TETERKIN
YA. O. ZOLOTARYUK	S. G. SHARAPOV
V. P. KLADKO	YU. V. SHTANOV
B. I. LEV	V. O. YUKHYMCHUK

Адреса редакції  
Інститут фізики НАН України  
Редакція УФЖ  
Просп. Науки, 46, Київ 03028,  
тел. 525 09 11;  
E-mail: [ujphys@iop.kiev.ua](mailto:ujphys@iop.kiev.ua)  
Адреса Журналу в Інтернеті: <http://ujphys.bitp.kiev.ua>

Друкується за постановою редакційної колегії журналу  
(англійською мовою)

Свідоцтво про державну реєстрацію Серія КВ № 20367-10167ПР  
від 23.09.13

Відповідальний секретар редакції Б. Є. ГРИНЮК  
Редактори І. Л. МАКАРЕНКО, М. О. САМСОНОВА, В. В. КУХТІН

Оригінал-макет виготовлено  
комп'ютерною групою Інституту теоретичної фізики  
ім. М. М. Боголюбова НАН України

Підп. до друку 20.03.2019. Формат 84 × 108/16.  
Ум.-друк. арк. 9,45. Обл.-вид. арк. 11,36. Тираж 38 прим.  
Зам. № 5564.

Віддруковано ВД "Академперіодика" НАН України  
вул. Терещенківська, 4, м. Київ, 01004

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 544 від 27.07.2001