

UKRAINIAN JOURNAL OF PHYSICS

ISSN 0372-400X

# УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

9 ТОМ 67  
2022  
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)  
А. В. НАЗАРЕНКО (відповідальний секретар редколегії)  
І. В. БЛОНСЬКИЙ М. С. СОСКІН  
М. С. БРОДИН М. В. СТРИХА  
Л. А. БУЛАВІН В. Й. СУГАКОВ  
І. С. ГАНДЖА П. М. ТОМЧУК  
М. П. КОЗЛОВСЬКИЙ М. Ф. ШУЛЬГА  
В. М. ЛОКТЄВ Л. П. ЯЦЕНКО  
Г. М. МОРОЗОВСЬКА В. М. ЯЩУК

**EDITORIAL BOARD**

A. G. ZAGORODNY (Editor-in-Chief)  
V. G. LYTOVCHENKO (Deputy Chief Editor)  
S. M. RYABCHENKO (Deputy Chief Editor)  
A. V. NAZARENKO (Executive Secretary)  
I. V. BLONSKYI M. S. SOSKIN  
M. S. BRODIN M. V. STRIKHA  
L. A. BULAVIN V. I. SUGAKOV  
I. S. GANDZHA P. M. TOMCHUK  
M. P. KOZLOVSKII M. F. SHULGA  
V. M. LOKTEV L. P. YATSENKO  
A. N. MOROZOVSKA 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 Л. В. ПОПЕРЕНКО  
В. С. ВАСИЛЕВСЬКИЙ С. М. РЯБЧЕНКО  
М. В. ВАСНЕЦОВ Ю. В. СЛЮСАРЕНКО  
І. О. ГІРКА С. В. СОЛОГУБ  
М. І. ГОРЕНШТЕЙН В. В. ТЕТЬОРКІН  
Я. О. ЗОЛОТАРЮК С. Г. ШАРАПОВ  
Б. І. ЛЕВ Ю. В. ШТАНОВ  
Г. М. МОРОЗОВСЬКА В. О. ЮХИМЧУК

**SECTION EDITORS**

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

**Адреса редакції**

Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України  
Редакція УФЖ  
Вул. Метрологічна, 14-Б, Київ 03143,  
тел. 521 31 88;  
E-mail: [ujp@bitp.kiev.ua](mailto:ujp@bitp.kiev.ua)  
Адреса Журналу в Інтернеті: <https://ujp.bitp.kiev.ua>

Друкується за постановою редакційної колегії журналу  
(українською та англійською мовами)

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 09.12.2022. Формат 84 × 108/16.  
Ум.-друк. арк. 7,98. Обл.-вид. арк. 9,59. Тираж 39 прим.  
Зам. №

Віддруковано ВД "Академперіодика" НАН України  
вул. Терещенківська, 4, м. Київ, 01024

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 544 від 27.07.2001