

UKRAINIAN JOURNAL OF PHYSICS

ISSN 0372-400X

# УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

9 ТОМ 66  
2021  
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. СТІХА  
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)  
О. Д. ЛАВРЕНТОВИЧ (Кент, США)  
П. ХАНГІ (Аугсбург, Німеччина)

**INTERNATIONAL ADVISORY EDITORIAL BOARD**

A. A. VARLAMOV (Rome, Italy)  
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. ВАСНЄЦОВ Ю. В. СЛЮСАРЕНКО  
І. О. ГІРКА С. В. СОЛОГУБ  
М. І. ГОРЕНШТЕЙН В. В. ТЕТЬОРКІН  
Я. О. ЗОЛОТАРЬЮК Ю. В. ШТАНОВ  
Б. І. ЛЕВ В. О. ЮХИМЧУК  
Г. М. МОРОЗОВСЬКА

**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 YU. V. SHTANOV  
B. I. LEV V. O. YUKHYMCHUK  
A. N. MOROZOVSKA

**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 № 20367-10167ПП  
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 28.09.2021. Формат 84 × 108/16.  
Ум.-друк. арк. 9,66. Обл.-вид. арк. 11,61. Тираж 63 прим.  
Зам. №

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

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 544 від 27.07.2001