

УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИЧНИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2071-0186

# UKRAINIAN JOURNAL OF PHYSICS

---

3 TOM 62  
2017  
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   | Е. Г. ПЕТРОВ    |
| М. С. БРОДИН      | А. М. ПОГОРЕЛИЙ |
| Л. А. БУЛАВІН     | М. С. СОСКІН    |
| І. М. ВИШНЕВСЬКИЙ | М. В. СТІХА     |
| І. С. ГАНДЖА      | В. Й. СУГАКОВ   |
| М. П. КОЗЛОВСЬКИЙ | П. М. ТОМЧУК    |
| В. М. ЛОКТЄВ      | М. Ф. ШУЛЬГА    |
| А. Г. НАУМОВЕЦЬ   | В. М. ЯЦУК      |
| М. Г. НАХОДКІН    |                 |

**EDITORIAL BOARD**

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

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| I. V. BLONSKYI    | E. G. PETROV    |
| M. S. BRODIN      | A. N. POGORELYI |
| L. A. BULAVIN     | M. S. SOSKIN    |
| I. N. VISHNEVSKII | M. V. STRIKHA   |
| I. S. GANDZHA     | V. I. SUGAKOV   |
| M. P. KOZLOVSKII  | P. M. TOMCHUK   |
| V. M. LOKTEV      | M. F. SHULGA    |
| A. G. NAUMOVETS   | V. M. YASHCHUK  |
| N. G. NAKHODKIN   |                 |

**МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА**

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| В. Г. БАР'ЯХТАР (Київ)           | Р. К. ПУРІ (Чандігарх, Індія) |
| Ф. ВАГНЕР (Грейфсвальд)          | Г. СЕМЕНОВ (Ванкувер)         |
| П. ВАНДЕНПЛАС (Брюссель)         | І. ТІГІНЯНУ (Кишиневу)        |
| Н. ГОЛОНЬЯК (Урбана)             | В. ТІРРІНГ (Відень)           |
| Ю. ДАРЕВИЧ (Торонто)             | З. ФРАЙТ (Прага)              |
| М. КОЛВАС (Варшава)              | ДЖ. К. ФУРДИНА (Нотер Дам)    |
| О. Д. ЛАВРЕНТОВИЧ (Кент, США)    | П. ХАНГІ (Аугсбург)           |
| Ю. ЛУ (Пекин)                    | НГУЄН ВАН Х'ЄУ (Ханой)        |
| І. Г. НЕІЗВЕСТНИЙ (Новосибірськ) | К. ЧІОФІ д. АТТІ (Рим)        |
| С. Г. ОВЧІННИКОВ (Красноярск)    | Г. ШИМЧАК (Варшава)           |
| Ю. ПОЖЕЛА (Вільнюс, Литва)       | Р. ЯЦКІВ (Кембрідж, США)      |

**INTERNATIONAL ADVISORY EDITORIAL BOARD**

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| V. G. BARYAKHTAR (Kyiv)         | R. K. PURI (Chandigarh, India) |
| F. WAGNER (Greifswald, Germany) | G. SEMENOFF (Vancouver)        |
| P. VANDENPLAS (Brussels)        | I. TIGINYANU (Chisinau)        |
| N. HOLONYAK (Urbana)            | W. THIRRING (Vienna)           |
| J. DAREWYCH (Toronto)           | Z. FRAIT (Prague)              |
| M. KOLWAS (Warsaw)              | J. K. FURDYNA (Notre Dame)     |
| O. D. LAVRETOVICH (Kent, USA)   | P. HANGGI (Augsburg)           |
| J. LU (Beijing)                 | NGUYEN VAN HIEU (Hanoi)        |
| I. G. NEIZVESTNY (Novosibirsk)  | C. CIOFI degli ATTI (Rome)     |
| S. G. OVCHINNIKOV (Krasnoyarsk) | H. SZYMCZAK (Warsaw)           |
| J. POZELA (Vilnius, Lietuva)    | R. JACKIW (Cambridge, USA)     |

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 № 20367-10167ПП  
від 23.09.13

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

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

Підп. до друку 30.03.2017. Формат 84 × 108/16.  
Ум.-друк. арк. 9,45. Обл.-вид. арк. 11,36. Тираж 40 прим.  
Зам. № 4857.

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

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 544 від 27.07.2001