

DOI 10.31891/2079-1372

THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

***PROBLEMS  
OF  
TRIBOLOGY***

Khmel'nitsky National University  
The Ministry of Education and Science of Ukraine

***Volume 91***

***No 1-2019***

---

---

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

***ПРОБЛЕМИ ТРИБОЛОГІЇ***

Хмельницький національний університет  
Міністерство освіти і науки України

# PROBLEMS OF TRIBOLOGY

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

*Published since August 1996, four time a year*

---

**Khmelnytskyi ▪ KHNU ▪ 2019, № 1 (91)**

---

**Establisher:  
Khmelnytskyi national university**

**Editor-in-Chief: A.V. Dykha  
Deputy Editor-in-Chief: R.V. Sorokatyi**

**Editorial advisory boards:**

**V.V. Aulin** (Ukraine, Kropivnitskiy),  
**P.J. Blau** (USA, Oak Ridge),  
**V.A. Voitov** (Ukraine, Kharkiv),  
**E.S. Ventsel** (Ukraine, Kharkiv),  
**Y.M. Gladkiy** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**V.I. Dvoruk** (Ukraine, Kiev),  
**M. Dzimko** (Slovakia, Zilina),  
**M.F. Dmitrichenko** (Ukraine, Kiev),  
**L. A. Dobzhansky** (Poland, Gliwice),  
**V.G. Kaplun** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**G.S. Kalda** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**M.V. Kindrachuk** (Ukraine, Kiev),  
**L.P. Klimenko** (Ukraine, Mykolaiv),  
**S.G. Kostogryz** (Ukraine, Khmelnytskyi),

**K. Lenik** (Poland, Lublin),  
**M.P. Mazur** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**R.G. Mnatsakanov** (Ukraine, Kiev),  
**J. Musial** (Poland, Bydgoszcz),  
**V.P. Oleksandrenko** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**M. Opielak** (Poland, Lublin),  
**M.I. Pashechko** (Ukraine, Lviv),  
**A. Segall** (USA, Vancouver),  
**T.S. Skoblo** (Ukraine, Kharkiv),  
**M.S. Stechishin** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**M.V. Chernets** (Poland, Lublin),  
**M.I. Chernovol** (Ukraine, Kropivnitskiy),  
**V.V. Shevelya** (Ukraine, Khmelnytskyi).

**Executive secretary: O.P. DYTNUK**

**Editorial board address:**  
International scientific journal "Problems of Tribology",  
Khmelnytsky National University,  
Institutskaia str. 11, Khmelnytsky, 29016, Ukraine  
**phone** +380975546925

**E-mail:** tribosenator@gmail.com

**Internet:** <http://tribology.khnu.km.ua>

# ПРОБЛЕМИ ТРИБОЛОГІЇ

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Видається з серпня 1996 р.

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький • ХНУ • 2019, № 1 (91)

Засновник:

Хмельницький національний університет

Головний редактор: О.В. Диха

Заступник головного редактора: Р.В. Сорокати

Редакційна колегія:

В. В. Аулін (Україна, Кропивницький),  
П. Блау (США, Оук-Ридж),  
В.А. Войтов (Україна, Харків),  
Є.С. Венцель (Україна, Харків)  
Я.М. Гладкий (Україна, Хмельницький),  
В.І. Дворук (Україна, Київ),  
М. Дзимко (Словакія, Жиліна)  
М.Ф. Дмитриченко (Україна, Київ),  
Л. Добжанський (Польща, Глівіце),  
В.Г. Каплун (Україна, Хмельницький),  
Г.С. Калда (Україна, Хмельницький),  
М.В. Кіндрачук (Україна, Київ),  
Л.П. Клименко (Україна, Миколаїв),  
С.Г. Костоґриз (Україна, Хмельницький),

К. Ленік (Польща, Люблін),  
М.П. Мазур (Україна, Хмельницький),  
Р.Г. Мнацаканов (Україна, Київ),  
Я. Мушял (Польща, Бидґош),  
В.П. Олександренко (Україна, Хмельницький),  
М. Опеляк (Польща, Люблін),  
М.І. Пашечко (Україна, Львів),  
А. Сігал (США, Ванкувер),  
Т.С. Скобло (Україна, Харків),  
М.С. Стечишин (Україна, Хмельницький),  
М.В. Чернець (Польща, Люблін),  
М.І. Черновол (Україна, Кропивницький),  
В.В. Шевеля (Україна, Хмельницький)

Відповідальний секретар: О.П. ДИТИНЮК

Адреса редакції:

Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська 11, к. 4-401  
Хмельницький національний університет,  
редакція журналу “Проблеми трибології”  
тел. +380975546925, E-mail: tribosenator@gmail.com

Internet: <http://tribology.khnu.km.ua>

Зареєстровано Міністерством юстиції України

Свідоцтво про держреєстрацію друкованого ЗМІ: Серія КВ № 1917 від 14 березня 1996 року

Журнал «Проблеми трибології» входить до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ МОН України від 29.09.2014 № 1081)

Журнал «Проблеми трибології (Problems of Tribology)» включений до міжнародних наукометричних баз: РИНЦ (Російський Індекс Наукового Цитування) згідно ліцензійної угоди №212-04 від 22.04.13 р. Google Scholar, Index Copernicus

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради ХНУ, протокол № 9 від 25.12.2019 р.

© Хмельницький національний університет, 2019

© Редакція журналу “Проблеми трибології (Problems of Tribology)”, 2019