

THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

# ***PROBLEMS OF TRIBOLOGY***

International Federation for Theory of  
Mechanics and Mechanisms (IFTOMM)  
National Committee of Ukraine  
for the Mechanics of Machines and Mechanisms

Khmelnytsky National University  
The Ministry of Education and Science of Ukraine

---

---

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

# ***ПРОБЛЕМИ ТРИБОЛОГІЇ***

Міжнародна федерація з теорії машин та механізмів  
Національний комітет України з машинознавства

Хмельницький національний університет  
Міністерство освіти і науки України

---

---

---

3-2017

# ПРОБЛЕМИ ТРИБОЛОГІЇ

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Видається з серпня 1996 р.

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький ■ ХНУ ■ 2017, № 3 (85)

Засновник:

Хмельницький національний університет

Головний редактор: О.В. Диха

Заступник головного редактора: Р.В. Сорокати

Редакційна колегія:

В. В. Аулін (Україна, Кропивницький),	С. Питко (Польща, Краків),
П. Блау (США, Оук-Ридж),	М.П. Мазур (Україна, Хмельницький),
В.А. Войтов (Україна, Харків),	Р.Г. Мнацаканов (Україна, Київ),
Є.С. Венцель (Україна, Харків)	Я. Мушял (Польща, Бідгошч),
Я.М. Гладкий (Україна, Хмельницький),	В.П. Олександренко (Україна, Хмельницький),
В.І. Дворук (Україна, Київ),	М. Опеляк (Польща, Люблін),
М. Дзимко (Словакія, Жиліна)	М.І. Пашечко (Україна, Львів),
М.Ф. Дмитриченко (Україна, Київ),	В. Б. Рудницький (Україна, Хмельницький),
Л. Добжанський (Польща, Глівіце),	М.Ф. Семенюк (Україна, Хмельницький),
Я.М. Дрогомирецький (Україна, Івано-Франківськ)	А. Сігал (США, Ванкувер),
В. Д. Євдокімов (Україна, Одеса),	Т.С. Скобло (Україна, Харків),
В.Г. Каплун (Україна, Хмельницький),	Л.А. Сосновський (Білорусь, Гомель),
Г.С. Калда (Україна, Хмельницький),	М.С. Стечишин (Україна, Хмельницький),
М.В. Кіндрачук (Україна, Київ),	М.Я. Хлопенко (Україна, Миколаїв),
Л.П. Клименко (Україна, Миколаїв),	М.В. Чернець (Польща, Люблін),
С.Г. Костогриз (Україна, Хмельницький),	М.І. Черновол (Україна, Кропивницький),
К. Ленік (Польща, Люблін),	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: РІНЦ (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 № 3 від 28.09.2017 р.

© Хмельницький національний університет, 2017

© Редакція журналу "Проблеми трибології (Problems of Tribology)", 2017

# PROBLEMS OF TRIBOLOGY

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

*Published since August 1996, four time a year*

---

**Khmelnytskyi ▪ KNU ▪ 2017, № 3 (85)**

---

**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),  
**Y.M. Drogomiretskyi** (Ukraine, Ivano-Frankivsk),  
**V. D. Evdokimov** (Ukraine, Odessa),  
**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),

**S. Pytko** (Poland, Krakow),  
**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),  
**V. B. Rudnitskiy** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**M.F. Semeniuk** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**A. Segall** (USA, Vancouver),  
**T.S. Skoblo** (Ukraine, Kharkiv),  
**L.A. Sosnovskiy** (Belarus, Gomel),  
**M.S. Stechishin** (Ukraine, Khmelnytskyi),  
**M.Y. Khlopenko** (Ukraine, Mykolaiv),  
**M.V. Chernets** (Ukraine, Drogobych),  
**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>