



ISSN 2222-0631

# ВІСНИК

---

Національного технічного університету  
«ХПІ»

Серія: Математичне моделювання в техніці  
та технологіях

№ 2 (7)'2024

Харків  
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

MINISTRY OF EDUCATION  
AND SCIENCE OF UKRAINE

National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute"

**Вісник Національного  
технічного університету  
«ХПІ». Серія: Математичне  
моделювання в техніці та  
технологіях**

№2 (7)'2024

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

**Bulletin of the National  
Technical University  
"KhPI". Series: Mathematical  
modeling in engineering and  
technologies**

No.2 (7)'2024

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Харків  
НТУ «ХПІ», 2024

Kharkiv  
NTU "KhPI", 2024

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях** = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Mathematical modeling in engineering and technologies : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». — Харків : НТУ «ХПІ», 2024. — № 2 (7). — 82 с. — ISSN 2222-0631.

У збірнику наведені результати створення, верифікації та впровадження нових математичних методів та моделей для проектування і дослідження зразків сучасної техніки, виробничих процесів та інформаційних технологій різноманітного призначення.

Для науковців, викладачів вищої школи, аспірантів, студентів і фахівців у галузях, де застосовується математичне моделювання в техніці та технологіях.

The Bulletin presents the results of development, verification, and implementation of new mathematical methods and models aimed at designing and investigating samples of innovative techniques, manufacturing processes, and information technologies with diverse applications.

The Bulletin is intended for scientists, university teachers, post-graduate students, and specialists in the fields involving mathematical modeling in engineering and technologies.

Ідентифікатор медіа R30-02563 згідно з рішенням Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення від 11.01.2024 №33.

Мова статей – українська, англійська.

Наказом МОН України № 894 від 10 жовтня 2022 року «Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях» внесено до категорії Б «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук».

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях включений до наукометричної бази Index Copernicus, зареєстрований у світовому каталозі періодичних видань бази даних Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).

**Офіційний сайт видання** <http://mmtt.khpi.edu.ua/>

Засновник  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Founder  
National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute"

#### **Редакційна колегія**

##### **Головний редактор:**

*Ванін В. А.*, д-р. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна.

##### **Заст. головного редактора:**

*Міхлін Ю. В.*, д-р фіз.-мат. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна.

##### **Члени редколегії:**

*Александров С. Є.*, д-р техн. наук, проф., ХНАДУ, Україна;

*Воропаєв Г. О.*, член-кор. НАНУ, д-р фіз.-мат. наук, проф., ІГМ НАН України;

*Галуза О. А.*, д-р фіз.-мат. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;

*Кошовий Г. І.*, канд. фіз.-мат. наук, доц., ІРЕ НАНУ, Україна;

*Курпа Л. В.*, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;

*Куценко О. С.*, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;

*Литвин О. М.*, д-р фіз.-мат. наук, проф., УПА, Україна;

*Межуєв В. І.*, д-р техн. наук, проф., Університет прикладних наук FH JOANNEUM, Австрія;

*Меньшиков О. В.*, д-р фіз.-мат. наук, Абердинський університет, Великобританія;

*Новожилова М. В.*, д-р фіз.-мат. наук, проф., ХНУМГ ім. Бекетова, Україна;

*Олексенко В. М.*, д-р пед. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;

*Першина Ю. І.*, д-р фіз.-мат. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;

*Просвірнін С. Л.*, д-р фіз.-мат. наук, проф., РІАН, Україна.

*Черній Д. І.*, д-р техн. наук, доц., КНУ імені Тараса Шевченка, Україна.

##### **Відповідальний секретар:**

*Набока О. О.*, канд. фіз.-мат. наук, НТУ «ХПІ», Україна.

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 9 від 29 листопада 2024 р.

#### **Editorial Board**

##### **Editor-in-chief:**

*Vanin V.*, Dr. Tech. Sci., Prof., NTU «KhPI», Ukraine.

##### **Deputy editor-in-chief:**

*Mikhlin Yu.*, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof., NTU «KhPI», Ukraine.

##### **Members of the Editorial Board:**

*Aleksandrov Ye.*, Dr. Tech. Sci., Prof., KhNAHU, Ukraine;

*Voropaiev G.*, Corresponding Member of NASU, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof., IHM of NASU, Ukraine;

*Galuzha A.*, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof., NTU «KhPI», Ukraine;

*Koshoviy G.*, PhD, Phys.-Math. Sci., Assoc. Prof., IRE of NASU, Ukraine;

*Kurpa L.*, Dr. Tech. Sci., Prof., NTU «KhPI», Ukraine;

*Kutsenko O.*, Dr. Tech. Sci., Prof., NTU «KhPI», Ukraine;

*Lytvyn O.*, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof., UEPA, Ukraine;

*Mezhuyev V.*, Dr. Tech. Sci., Prof., FH JOANNEUM University of Applied Sciences, Austria;

*Menshykov O.*, Dr. Phys.-Math. Sci., University of Aberdeen, UK;

*Novozhilova M.*, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof., Beketov NUUE, Ukraine;

*Oleksenko V.*, Dr. Pedagog. Sci., Prof., NTU «KhPI», Ukraine;

*Pershina I.*, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof., NTU «KhPI», Ukraine;

*Prosvirnin S.*, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof., IRA NASU, Ukraine.

*Cherniy D.*, Dr. Tech. Sci., Docent, KNU, Ukraine;

##### **Executive Secretary:**

*Naboka O.*, PhD, Phys.-Math. Sci., NTU «KhPI», Ukraine.