

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: Нові рішення  
в сучасних технологіях**

№ 2' 2019

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2019

**Bulletin of the National  
Technical University  
"KhPI". Series: New solutions  
in modern technology**

No. 2' 2019

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Kharkiv  
NTU "KhPI", 2019

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях** = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». — Харків : НТУ «ХПІ», 2019. — № 2. — 95 с. — ISSN 2079-5459.

Видання публікує наукові результати та досягнення мультидисциплінарних досліджень молодих науковців широкого профілю у сферах машинобудування, енергетики, технологій органічних і неорганічних речовин, екології, інформаційних технологій і систем управління, техніки та електрофізики високих напруг, а також з фундаментальних аспектів сучасних технологій.

The journal publishes scientific results and accomplishments of multidisciplinary researches of young scientists of a wide profile in the field of machine building, energy, technologies of organic and inorganic substances, ecology, information technologies and control systems, high voltage techniques and electrophysics, as well as on the fundamental aspects of modern technologies.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації України  
КВ № 23776-13616 від 14 лютого 2019 року.

Мова статей – українська, російська, англійська.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях» включений до зовнішніх інформаційних систем, у тому числі в наукометричну базу даних Index Copernicus (Польща), бібліографічну базу даних OCLC WorldCat (США), індексується пошуковими системами Google Scholar і Crossref; зареєстрований у світовому каталозі періодичних видань бази даних Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).

**Офіційний сайт видання:** <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/>

Засновник  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Founder  
National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute"

#### **Редакційна колегія**

##### *Відповідальний редактор:*

Сокол С. І., д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України, НТУ «ХПІ», Україна

##### *Члени редколегії:*

Авдєєва О. П., НТУ «ХПІ», Україна  
Брагіна Л. Л., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Буряковський С. Г., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Вехов Є., Мерилендський університет, США  
Гораш Є., проф., Університет Стратклайда, Великобританія  
Демидов І. М., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Заковоротний О. Ю., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Клепиков В. Б., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Куліченко В. В., доц., НТУ «ХПІ», Україна  
Ларін О. О., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Львов Г. І., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Мележик Є., Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАНУ, Україна  
Меньшикова С. І., НТУ «ХПІ», Україна  
Піментел С. Р., проф., Федеральний Університет Гояс, Бразилія  
Раскін Л. Г., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Томашевський Р. С., доц., НТУ «ХПІ», Україна  
Чжан К. Л., проф., Вроцлавський технологічний університет, Польща  
Шевченко С. Ю., проф., НТУ «ХПІ», Україна  
Шестопалов О. В., доц., НТУ «ХПІ», Україна

#### **Editorial staff**

##### *Associate editor:*

Sokol E. I., dr. tech. sc., member-cor. of National Academy of Sciences of Ukraine, NTU "KhPI", Ukraine

##### *Editorial staff members:*

Avdieieva O. P., NTU "KhPI", Ukraine  
Bragina L. L., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Buriakovskui S. G., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Vekhov Ye., University of Maryland, College Park, USA  
Gorash Ye., prof., University of Strathclyde, UK  
Demidov I. N., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Zakovorotniy A. Yu., prof., NTU "KPI", Ukraine  
Klepikov V. B., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Kulichenko V. V., docent, NTU "KhPI", Ukraine  
Larin A. A., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Lvov G. I., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Melezhih Ye., V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine  
Menshikova S. I., NTU "KhPI", Ukraine  
Pimentel S., prof., Federal University of Goias, Brazil  
Raskin L. G., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Tomashevskiy R. S., docent, NTU "KhPI", Ukraine  
Chrzan K. L., prof., Wrocław University of Technology, Poland  
Shevchenko S. Yu., prof., NTU "KhPI", Ukraine  
Shestopalov A. V., docent, NTU "KhPI", Ukraine

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».  
Протокол № 9 від 01 листопада 2019 р.