

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:  
Проблеми автоматизованого  
електропривода.  
Теорія і практика**

№ 16 (1341) 2019

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2019

**Bulletin of the  
National Technical  
University "KhPI". Series:  
Problems of automated  
electrodrive.  
Theory and practice**

No. 16 (1341) 2019

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Kharkiv  
NTU "KhPI", 2019

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика** = Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Problems of automated electrodrive. Theory and practice: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». — Харків : НТУ «ХПІ», 2019, № 16 (1341). — 108 с. — ISSN 2079-8024.

Видання присвячене висвітленню питань теорії електромеханічних систем, досягнень в галузі систем керування автоматизованого електроприводу та його компонентів, енергозбереженню засобами електроприводу. Публікуються статті, що присвячені питанням підготовки фахівців з автоматизації електромеханічних систем та електроприводу, мехатроніки та робототехніки. Для науковців, викладачів вищої школи, аспірантів, студентів і фахівців у галузі систем автоматизованого електропривода та його складових елементів.

The publication is devoted to covering the issues of the theory of electromechanical systems, advances in the field of control systems of automated electric drive and its components, energy saving using electric drive. Published articles are devoted to the specialists preparing in the automation of electromechanical systems and electric drive, mechatronics and robotics and made for researchers, teachers of higher education, graduate students, students and specialists in the field of automated electric drive systems and its constituent elements.

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України KB No 5256 від 2 липня 2001 року.

Мова статей – українська, російська, англійська.

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика** внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого Наказом МОН України № 1328 від 21 грудня 2015 р. «Про затвердження рішень Атестаційної колегії Міністерства щодо діяльності спеціалізованих вчених рад від 15 грудня 2015 року».

Засновник

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Founder

National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute"

**Головний редактор**

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

**Заступник головного редактора**

Марченко А. П., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»,  
Україна

**Секретар**

Горбунов К. О., доц., НТУ «ХПІ», Україна

**Редакційна колегія серії**

*Відповідальний редактор:*

Клепиков В. Б., проф., НТУ «ХПІ», Україна

*Заступник відповідального редактора:*

Шамардіна В. М., проф., НТУ «ХПІ», Україна

*Відповідальний секретар:*

Асмолова Л. В., доц., НТУ «ХПІ», Україна

*Члени редколегії:*

Буряковський С. Г., проф., НТУ «ХПІ», Україна;

Гриб О. Г., проф., НТУ «ХПІ», Україна;

Дімітров Л., проф., Софійський технічний ун-т, Болгарія;

Долбня В. Т., проф., НТУ «ХПІ», Україна;

Качанов П. О., проф., НТУ «ХПІ», Україна;

Кузнецов Б. І., проф., ДУ «ІТПМ» НАН України, Україна;

Lyshevski S., проф., Рочестерський ін-т технологій, США;

Лозинський О. Ю., проф., НУ «Львівська політехніка»,

Україна;

Leidhold R., проф., Ун-т імені Отто фон Геріке, Німеччина;

Михальський В. М., д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України,

ІЕД НАН України, Україна;

Орловський І. А., проф., Технологічний ун-т природничих  
наук, Польща;

Островерхов М. Я., проф., НТУУ «КПІ», Україна;

Пересада С. М., проф., НТУУ «КПІ», Україна;

Розов В. Ю., д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України,

ДУ «ІТПМ» НАН України, Україна;

Толочко О. І., проф., НТУУ «КПІ», Україна;

Чунашвілі Б. М., проф., Грузинський технічний ун-т,

Грузія;

Шеремет О. І., проф., Донбаська державна машинобудівна  
академія, Україна;

Щербак Я. В., проф., НТУ «ХПІ», Україна.

**Editor-in-chief**

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

**Deputy editor-in-chief**

Marchenko A. P., dr. tech. sc., prof., NTU "KhPI", Ukraine

**Secretary**

Gorbunov K. O., docent, NTU "KhPI", Ukraine

**Editorial staff**

*Associate editor:*

Klepikov V. B., prof., NTU "KhPI", Ukraine

*Deputy Associate editor:*

Shamardina V. M., prof., NTU "KhPI", Ukraine

*Executive secretary:*

Asmolova L. V., docent, NTU "KhPI", Ukraine

*Editorial staff members:*

Buryakovsky S. G., prof., NTU "KhPI", Ukraine;

Grib O. G., prof., NTU "KhPI", Ukraine;

Dimitrov L., prof., Technical University of Sofia, Bulgaria;

Dolbnya V. T., prof., NTU "KhPI", Ukraine;

Kachanov P. O., prof., NTU "KhPI", Ukraine;

Kuznetsov B. I., prof., SI "ITPM" NAS of Ukraine, Ukraine;

Lyshevski S., проф., Technology Institute of Rochester, USA;

Losinsky O. Yu., prof., Lviv Polytechnic National University,

Ukraine;

Leidhold R., prof., Otto von Guericke University, Germany;

Mikhalsky V. M., dr. tech. sc., member-cor. of NAS of Ukraine,

IED NAS of Ukraine, Ukraine;

Orlovsky I. A., prof., UTP University of Science and Technology,

Poland;

Ostroverkhov M. J., prof., National Technical University of Ukraine

"KPI", Ukraine;

Peresada S. M., prof., National technical university of Ukraine "KPI",

Ukraine;

Rozov V. Yu., dr. tech. sc., member-cor. of NAS of Ukraine,

SI "ITPM" NAS of Ukraine, Ukraine;

Tolochko O. I., prof., National Technical University of Ukraine

"KPI", Ukraine;

Chunashvili B. M., prof., Technical University of Georgia, Georgia;

Sheremet O. I., prof., Donbass state engineering Academy, Ukraine;

Scherbak Ya. V., prof., NTU "KhPI", Ukraine.

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 6 від 24 травня 2019 р.

© Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2019