

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний
університет
«Харківський політехнічний
інститут»

**Вісник Національного
технічного університету
«ХПІ». Серія: Проблеми
удосконалювання
електричних машин
і апаратів. Теорія
і практика**

№ 2'2019

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків
НТУ «ХПІ», 2019

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"

**Bulletin of the National
Technical University
"KhPI". Series:
Problems of electrical
machines and apparatus
perfection. Theory
and practice**

No 2'2019

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Kharkiv
NTU «KhPI», 2019

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика = Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Проблемы усовершенствования электрических машин и аппаратов. Теория и практика = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Problems of electrical machines and apparatus perfection. Theory and practice : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – № 2. – 74 с. – ISSN 2079-3944.

У збірнику представлені результати досліджень в електроапаратобудуванні, електромашинобудуванні, енергетиці, техніки сильних електричних і магнітних полів, теоретичної електротехніки, електричних станцій та мереж, а також з фундаментальних аспектів сучасних технологій.

Для науковців, викладачів вищої школи, аспірантів, студентів і фахівців.

The publication is devoted to the results of research in electrical apparatus engineering, electrical engineering, energy, technology of strong electric and magnetic fields, theoretical electrical engineering, power stations and networks, as well as on the fundamental aspects of modern technology.

For scientists, high school lecturers, graduate students, students and professionals.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 23781-13621Р від 14 лютого 2019 року

Мова статей – українська, російська, англійська.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ» Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. 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 рішенням Атестаційної колегії МОН України щодо діяльності спеціалізованих вчених рад, від 15 грудня 2015 р. Наказ № 1328 (додаток 8) від 21.12.2015 р.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія «Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика», включений до зовнішніх інформаційних систем, у тому числі в базу журналів відкритого доступу DOAJ (Directory of Open Access Journals), бібліографічну базу даних OCLC WorldCat (США), індексується в наукометричній базі Index Copernicus та 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://pema.khpi.edu.ua/>

Засновник
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Редакційна колегія
Головний редактор:
Клименко Б. В., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна
Відповідальний секретар:
Варшамова І. С., ст. викладач, НТУ «ХПІ», Україна
Члени редколегії:
Баранов М. І., д-р техн. наук, с.н.с., НДПКІ "Молнія" НТУ
"ХПІ", Харків, Україна;
Байда Є. І., д-р техн. наук, доц., НТУ "ХПІ", Харків,
Україна;
Кропачек О. Ю., д-р техн. наук, проф., НТУ "ХПІ", Харків,
Україна;
Плюгін В. С., д-р техн. наук, проф., ХНУМГ, Харків,
Україна;
Середа О. Г., канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПІ", Харків,
Україна;
Шевченко С. Ю., д-р техн. наук, проф., НТУ "ХПІ", Харків,
Україна;
Clemens Markus, Prof. Dr., Bergische Universität Wuppertal,
Wuppertal, Germany;
Dolezel Ivo, Prof., University of West Bohemia. Plzen, Czech
Republic;
Gurevich Vladimir, Honorary Prof., Senior specialist of Central
Electric Lab., Israel Electric Corporation, Haifa, Israel;
Kasolis Fotios, Dr., Bergische Universität Wuppertal,
Wuppertal, Germany.
Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».
Протокол № 8 від 27.09.2019 р.

Founder
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"
Editorial staff
Editor-in-chief:
Klymenko B. V., dr. tech. sc., prof., NTU "KhPI", Ukraine
Executive secretary:
Varshamova I. S., NTU "KhPI", Ukraine
Editorial staff members:
Baranov M. I., dr. tech. sc., prof, SRPDI "Molniya" NTU
"KhPI", Ukraine;
Baida E. A., dr. tech. sc., Ph. D. (Eng.), NTU "KhPI", Ukraine;
Kropachok O. Yu., dr. tech. sc., prof., NTU "KhPI", Ukraine;
Pliugin V. E., dr. tech. sc., prof., ХНУМГ, Харків, Україна;
Sereda O. G., Ph. D. (Eng.), NTU "KhPI", Ukraine;
Shevchenko S. Yu., dr. tech. sc., prof., NTU "KhPI", Ukraine;
Clemens Markus, Prof. Dr., Bergische Universität Wuppertal,
Wuppertal, Germany;
Dolezel Ivo, Prof., University of West Bohemia. Plzen, Czech
Republic;
Gurevich Vladimir, Honorary Prof., Senior specialist of Central
Electric Lab., Israel Electric Corporation, Haifa, Israel;
Kasolis Fotios, Dr., Bergische Universität Wuppertal,
Wuppertal, Germany.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ХП».
СЕРІЯ: ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЮВАННЯ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН І АПАРАТІВ.
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА**

Збірник наукових праць

№ 2'2019

Головний редактор Б.В. Клименко, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП», Україна
Відповідальний секретар: І. С. Варшамова, НТУ «ХП», Україна

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ ТА ВИДАВЦЯ: 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, НТУ «ХП».
Кафедра "Електричні апарати"
Тел.: (057) 707-69-76; e-mail: varshamova.i.s@gmail.com

Підп. до друку 20.10.2019 р. Формат 60×90 1/8. Папір офсетний.
Друк лазерний. Умов. друк. арк. 9,25.
Тираж 300 пр. Зам. № 108. Ціна договірна.

Надруковано ТОВ «Друкарня «Мадрид»»
61002, Харків, вул. Максиміліанівська, 11, тел. (057) 764-03-79