

ISSN 2074-272X

науково-практичний  
журнал

2015/1

# ЕІЕ Електротехніка і Електромеханіка

Електротехніка. Визначні події. Славетні імена

Електричні машини та апарати

Електротехнічні комплекси та системи.

Силова електроніка

Техніка сильних електричних та магнітних полів.

Кабельна техніка

Електричний транспорт

Дискусії

За 2013 р. журнал отримав індекс 6,11  
від міжнародної наукометричної бази  
Index Copernicus



# "ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА"

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Видання засновано Національним технічним університетом  
"Харківський політехнічний інститут" (НТУ "ХПІ") у 2002 р.

Співзасновник – Державна установа "Інститут технічних проблем магнетизму  
Національної академії наук України" (ДУ "ІТПМ НАНУ")

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової  
інформації Серія KB № 21021-10821ПР від 07.10.2014 р.



## ELEKTROTEKHNIKA I ELEKTROMEKHANIKA – ELEKTROTEHNİKA İ ELEKTROMECHANİKA – ELECTRICAL ENGINEERING & ELECTROMECHANICS

### INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

- Klymenko B.V.** Editor-in-Chief, Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (NTU "KhPI"), Ukraine  
**Sokol Ye.I.** Deputy Editor, Professor, Corresponding member of NAS of Ukraine, Vice-rector of NTU "KhPI", Ukraine  
**Rozov V.Yu.** Deputy Editor, Professor, Corresponding member of NAS of Ukraine, Director of State Institution "Institute of Technical Problems of Magnetism of the NAS of Ukraine"(SI "ITPM NASU"), Kharkiv, Ukraine
- Batygin Yu.V.** Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine  
**Biró O.** Professor, Institute for Fundamentals and Theory in Electrical Engineering, Graz, Austria  
**Bolyukh V.F.** Professor, NTU "KhPI", Ukraine  
**Doležel I.** Professor, University of West Bohemia, Pilsen, Czech Republic  
**Féliachi M.** Professor, University of Nantes, France  
**Gurevich V.I.** Ph.D., Honorable Professor, Central Electrical Laboratory of Israel Electric Corporation, Haifa, Israel  
**Kildishev A.V.** Associate Research Professor, Purdue University, USA  
**Kuznetsov B.I.** Professor, SI "ITPM NASU", Kharkiv, Ukraine  
**Kyrylenko O.V.** Professor, Member of NAS of Ukraine, Institute of Electrodynamics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**Podoltsev A.D.** Professor, Institute of Electrodynamics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**Rainin V.E.** Professor, Moscow Power Engineering Institute, Russia  
**Rezynkina M.M.** Professor, SI "ITPM NASU", Kharkiv, Ukraine  
**Rozanov Yu.K.** Professor, Moscow Power Engineering Institute, Russia  
**Shkolnik A.A.** Ph.D., Central Electrical Laboratory of Israel Electric Corporation, member of CIGRE (SC A2 - Transformers), Haifa, Israel  
**Yuferov V.B.** Professor, National Science Center "Kharkiv Institute of Physics and Technology", Ukraine  
**Vinitzki Yu.D.** Professor, GE EEM, Moscow, Russia  
**Zagirnyak M.V.** Professor, Corresponding member of NAES of Ukraine, rector of Kremenchuk M.Ostrohradskiy National University, Ukraine  
**Zgraja J.** Professor, Institute of Applied Computer Science, Lodz University of Technology, Poland

### НАЦІОНАЛЬНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ\*

- Клименко Б.В.** головний редактор, професор, НТУ "ХПІ"  
**Сокол Є.І.** заступник головного редактора, член-кор. НАНУ, проректор НТУ "ХПІ"  
**Розов В.Ю.** заступник головного редактора, член-кор. НАНУ, директор ДУ "ІТПМ НАНУ"  
**Гречко О.М.** відповідальний секретар, к.т.н., НТУ "ХПІ"  
**Баранов М.І.** д.т.н., НДПКІ "Молнія" НТУ "ХПІ"  
**Боєв В.М.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Веприк Ю.М.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Гриб О.Г.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Гурин А.Г.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Данько В.Г.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Жемеров Г.Г.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Кравченко В.І.** професор, директор НДПКІ "Молнія" НТУ "ХПІ"  
**Мілих В.І.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Михайлов В.М.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Омельяненко В.І.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Пуйло Г.В.** професор, ОНТУ, Одеса  
**Резинкін О.Л.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Рудаков В.В.** професор, НТУ "ХПІ"  
**Сосков А.Г.** професор, ХНУМГ імені О.М. Бекетова, Харків  
**Ткачук В.І.** професор, НУ "Львівська Політехніка"  
**Шинкаренко В.Ф.** професор, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

\* Члени національної редакційної колегії працюють у провідних українських наукових, освітніх та дослідницьких установах

### NATIONAL EDITORIAL BOARD\*

- Klymenko B.V.** Editor-in-Chief, professor, NTU "KhPI"  
**Sokol Ye.I.** Deputy Editor, corresponding member of NAS of Ukraine, Vice-rector of NTU "KhPI"  
**Rozov V.Yu.** Deputy Editor, corresponding member of NAS of Ukraine, Director of SI "ITPM NASU"  
**Grechko O.M.** Executive Managing Editor, Ph.D., NTU "KhPI"  
**Baranov M.I.** Dr.Sc. (Eng.), NTU "KhPI"  
**Boev V.M.** Professor, NTU "KhPI"  
**Vepryk Yu.M.** Professor, NTU "KhPI"  
**Gryb O.G.** Professor, NTU "KhPI"  
**Guryu A.G.** Professor, NTU "KhPI"  
**Dan'ko V.G.** Professor, NTU "KhPI"  
**Zhemerov G.G.** Professor, NTU "KhPI"  
**Kravchenko V.I.** Professor, NTU "KhPI"  
**Milykh V.I.** Professor, NTU "KhPI"  
**Mikhaylov V.M.** Professor, NTU "KhPI"  
**Omel'yanenko V.I.** Professor, NTU "KhPI"  
**Puilo G.V.** Professor, Odessa National Polytechnic University  
**Rezynkin O.L.** Professor, NTU "KhPI"  
**Rudakov V.V.** Professor, NTU "KhPI"  
**Soskov A.G.** Professor, O.M. Beketov Kharkiv National University of Municipal Economy  
**Tkachuk V.I.** Professor, Lviv Polytechnic National University  
**Shynkarenko V.F.** Professor, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

\* Members of National Editorial Board work in leading Ukrainian scientific, educational and research institutions

### Адреса редакції / Editorial office address:

Кафедра "Електричні апарати", НТУ "ХПІ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002, Україна  
Dept. of Electrical Apparatus, NTU "KhPI", Frunze Str., 21, Kharkiv, 61002, Ukraine

тел. / phone: +38 057 7076281, +38 067 359 46 96, e-mail: a.m.grechko@mail.ru (Гречко Олександр Михайлович / Grechko O.M.)

ISSN (print) 2074-272X

ISSN (online) 2309-3404

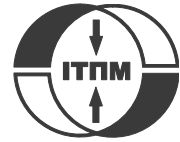
© Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", 2015  
© ДУ "Інститут технічних проблем магнетизму Національної академії наук України", 2015

Підписано до друку 14.02.2015 р. Формат 60 x 90 %. Папір – офсетний. Друк – лазерний. Друк. арк. 9,75.

Наклад 200 прим. Зам. № 66/172-01-2015. Ціна договірною.

Дизайн та оформлення обкладинки ФОП Тимченко А.М., Україна, 61124, м. Харків-124, а/с 2249

Надруковано ТОВ "Друкарня "Мадрид"", Україна, 61024, м. Харків, вул. Ольмінського, 11



**ЗМІСТ**

**Електротехніка. Визначні події. Славенні імена**

**Баранов М.И.** Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 24:  
Покорение земной суши и мирового океана ..... 3

**Електричні машини та апарати**

**Афанасов А.М.** Повышение энергетической эффективности испытаний тяговых электромашин постоянного и пульсирующего тока ..... 12

**Василевский В.В.** Оценка расхода ресурса бумажной изоляции силового маслонаполненного трансформатора с помощью уточненной формулы интеграла старения ..... 16

**Levin M.I., Pentegov I.V., Rymar S.V., Lavreniuk A.V.** Новые подходы при построении магнитопроводов силовых трансформаторов ..... 20

**Матющенко А.В.** Полевые математические модели вентильных двигателей с постоянными магнитами и их сопоставительный анализ ..... 25

**Никитина Т.Б.** Многокритериальный синтез робастного управления многомассовыми электромеханическими системами на основе Парето-оптимального решения ..... 29

**Плюгин В.Е.** Объектно-ориентированная полевая модель электромеханических преобразователей энергии ..... 36

**Ставинский А.А., Пальчиков О.О.** Целевые функции сравнительного анализа энергетической эффективности электромагнитных систем асинхронных двигателей с внутренними и внешними роторами ..... 41

**Електротехнічні комплекси та системи. Силова електроніка**

**Хлопенко Н.Я., Гаврилов С.А., Хлопенко И.Н.** Стабилизация параметров асинхронного электропривода при векторном управлении ..... 46

**Техніка сильних електричних та магнітних полів. Кабельна техніка**

**Баранов М.И., Колиушко Г.М., Кравченко В.И., Рудаков С.В.** Мощный высоковольтный генератор аperiodических импульсов тока искусственной молнии с нормированными по международному стандарту IEC 62305-1-2010 амплитудно-временными параметрами ..... 51

**Батыгин Ю.В., Чаплыгин Е.А., Шиндерук С.А.** Расчёт полей и токов в индукторной системе с притягивающим экраном и дополнительным витком как инструмента рихтовки ..... 57

**Сакун О.В., Болюх В.Ф., Месенко О.П., Коритченко К.В.** Дослідження умов індукування "стійкого" плазмового кільця у електродинамічному прискорювачі ..... 63

**Електричний транспорт**

**Костин Н.А., Шейкина О.Г.** Неканоническое спектральное разложение случайных функций тяговых напряжения и тока в системах электрического транспорта ..... 68

**Дискусії**

**Кутковецький В.Я.** Фізична основа закону електромагнітної індукції ..... 72

Рекомендації щодо оформлення анотацій англійською мовою для публікації у журналі "Електротехніка і електромеханіка" ..... 79

**TABLE OF CONTENTS**

**Electrical Engineering. Great Events. Famous Names**

**Baranov M.I.** An anthology of the distinguished achievements in a science and technique. Part 24:  
Subjugation of earthly dry land and world ocean ..... 3

**Electrical Machines and Apparatus**

**Afanasov A.M.** Increase of energy efficiency of testing of traction electric machines of direct and pulsating current ..... 12

**Vasilevskij V.V.** Assessment of the resource consumption of oil-filled power transformer paper insulation based on updated aging integral ..... 16

**Levin M.I., Pentegov I.V., Rymar S.V., Lavreniuk A.V.** New approaches at construction of magnetic conductors for mains transformers ..... 20

**Matyushenko A.V.** Mathematical field models of brushless DC motors with permanent magnets and their comparative analysis ..... 25

**Nikitina T.B.** Multiobjective synthesis of robust control by multimass electromechanical systems based on Pareto-optimal solution ..... 29

Pliugin V.E. An object-oriented field model of electromechanical transformers of energy .....	36
Stavinskii A.A., Palchykov O.O. Objective functions of the comparative analysis of the energy efficiency of electromagnetic systems of induction motors with inner and outer rotors .....	41

### **Electrotechnical Complexes and Systems. Power Electronics**

Khlopenko N.Ja., Gavrillov S.A., Khlopenko I.N. Stabilization of parameters of asynchronous electric drive with vector control .....	46
--	----

### **High Electric and Magnetic Field Engineering. Cable Engineering**

Baranov M.I., Koliushko G.M., Kravchenko V.I., Rudakov S.V. A powerful high-voltage generator of aperiodic impulses of current of artificial lightning with the peak-temporal parameters rated on an International Standard IEC 62305-1-2010 .....	51
--	----

Batygin Yu.V., Chaplygin E.A., Shinderuk S.A. Calculation of fields and currents in the induction system with the attractive screen and the additional coil as a tool for the straightening .....	57
---	----

Sakun O.V., Bolyukh V.F., Mesenko O.P., Korytchenko K.V. Conditions investigations of induction of the "steady" plasma ring in the electrodynamic accelerator .....	63
---	----

### **Electric Transportation**

Kostin N.A., Sheikina O.G. Non-canonical spectral decomposition of random functions of the traction voltage and current in electric transportation systems .....	68
--	----

### **Discussions**

Kutkovetsky V.J. Physic basis of electromagnetic induction law .....	72
--	----

English-language abstracts recommendations in "Electrical Engineering & Electromechanics" .....	79
---	----

### **ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!**

*Науково-практичний журнал "Електротехніка і Електромеханіка" – передплатне видання. Вартість передплати на 2015 рік – 173,10 грн., на два місяці – 28,85 грн., на чотири місяці – 57,70 грн., на шість місяців – 86,55 грн., на вісім місяців – 115,40 грн., на десять місяців – 144,25 грн. Передплатний індекс: 01216.*

### **ШАНОВНІ АВТОРИ ЖУРНАЛУ!**

*Постановою президії ВАК України від 15 січня 2003 р. № 1-08/5 науково-практичний журнал "Електротехніка і Електромеханіка" внесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук та перереєстровано постановою президії ВАК України від 10 лютого 2010 р. № 1-05/1. Журнал зареєстровано як фаховий з № 1 2002 року.*

*Починаючи з 2005 року згідно з договором між редакцією журналу "Електротехніка і Електромеханіка" та Всеросійським інститутом наукової та технічної інформації Російської академії наук (ВИНИТИ РАН), інформація про статті з журналу за відбором експертів ВИНИТИ розміщується у Реферативному журналі (РЖ) та Базах даних (БД) ВИНИТИ.*

*Починаючи з №1 за 2006 р. згідно з Наказом МОН України №688 від 01.12.2005 р. журнал надсилається до УкрІНТЕІ.*

*Електронна копія журналу "Електротехніка і Електромеханіка", зареєстрованому у Міжнародній системі реєстрації періодичних видань під стандартизованим кодом ISSN 2074-272X, надсилається до Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського і, починаючи з 2005 р., представлена на сайті бібліотеки ([nbuv.ton.gov.ua](http://nbuv.ton.gov.ua)) в розділі "Наукова періодика України", а також на офіційному сайті журналу ([eie.khpi.edu.ua](http://eie.khpi.edu.ua)).*

*Журнал "Електротехніка і Електромеханіка" включений у довідник періодичних видань Ulrich's Periodical Directory, представлений у загальнодержавній реферативній базі даних "Україніка Наукова", реферативному журналі "Джерело", індексується у міжнародних наукометричних базах даних Index Copernicus, Российский Индекс Научного Цитирования – РИИЦ (ELIBRARY), Google Scholar, та входить до баз даних EBSCO, DOAJ, OpenAIRE, Elektronische Zeitschriftenbibliothek та ін.*



*Звертаємо увагу авторів на необхідність оформлення рукописів статей відповідно до Вимог, які наведені на офіційному сайті журналу ([eie.khpi.edu.ua](http://eie.khpi.edu.ua)), розміщеному на платформі "Наукова періодика України" ([journals.urau.ua](http://journals.urau.ua)). Статті, оформлені згідно з Вимогами, будуть публікуватися у першу чергу.*