

ISSN 2074-272X

**науково-практичний
журнал**

2014/1

ЕІЕ Електротехніка і ЕІЕ Електромеханіка



Електротехніка. Визначні події. Славетні імена
Електричні машини та апарати
Силова електроніка
Теоретична електротехніка
Електричні станції, мережі і системи

За 2012 р. журнал отримав індекс 5,55

від міжнародної наукометричної бази

Index Copernicus



НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ "ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА" ДЕРЖВИДАННЯ

Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України КВ № 6115 від 30.04.2002 р.
Видання засновано Національним технічним університетом
"Харківський політехнічний інститут" у 2002 р.



РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Клименко Б.В.** головний редактор,
д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Баранов М.І.** д.т.н., НДПКІ "Молнія" НТУ "ХПІ", Харків
- Батигін Ю.В.** д.т.н., професор, ХНАДУ, Харків
- Біро Оскар** професор, Технічний університет,
м. Грац, Австрія
- Босв В.М.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Болюх В.Ф.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Буткевич О.Ф.** д.т.н., професор, гол.н.с. ІЕД НАНУ, Київ
- Віницький Ю.Д.** д.т.н., професор, GERUS
Москва, Росія
- Гончаров Ю.П.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Гурін А.Г.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Данько В.Г.** голова редакційної ради,
д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Долежел Іво** професор, Західно-чеський університет,
Пльзень, Чеська Республіка
- Жемеров Г.Г.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Загірняк М.В.** д.т.н., професор, член-кор. НАПНУ,
ректор КрНУ, Кременчук
- Кириленко О.В.** д.т.н., професор, академік НАНУ,
директор ІЕД НАНУ, Київ
- Кравченко В.І.** д.т.н., професор, директор НДПКІ
"Молнія" НТУ "ХПІ", Харків
- Маслієв В.Г.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Михайлов В.М.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Міліх В.І.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Намітоков К.К.** д.т.н., професор, ХНУМГ, Харків
- Омельяненко В.І.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Подольцев О.Д.** д.т.н., професор, гол.н.с. ІЕД НАНУ, Київ
- Пуйло Г.В.** д.т.н., професор, ОНТУ, Одеса
- Райнін В.Ю.** д.т.н., професор, НУ "Львівський
енергетичний інститут, Москва, Росія
- Рєзцов В.Ф.** д.т.н., професор, член-кор. НАНУ,
заст. директора ІВЕ НАНУ, Київ
- Розанов Ю.К.** д.т.н., професор, Московський
енергетичний інститут, Москва, Росія
- Розов В.Ю.** д.т.н., професор, член-кор. НАНУ,
директор НТЦ МТО НАНУ, Харків
- Рудаков В.В.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків
- Сокол Є.І.** д.т.н., професор, член-кор. НАНУ,
проректор НТУ "ХПІ", Харків
- Сосков А.Г.** д.т.н., професор, ХНУМГ, Харків
- Ткачук В.І.** д.т.н., професор, НУ "Львівська
політехніка", Львів
- Шинкаренко В.Ф.** д.т.н., професор, НТУУ "КПІ", Київ
- Юферов В.Б.** д.т.н., професор, ННЦ ХФТІ, Харків

EDITORIAL BOARD:

- Klymenko B.V.** Editor-in-Chief, professor, National
Technical University "Kharkiv Polytechnic
Institute" (NTU "KhPI"), Kharkiv, Ukraine
- Baranov M.I.** Dr.Sc. (Eng.), NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Batygin Yu.V.** Professor, Kharkiv National Automobile
and Highway University, Kharkiv, Ukraine
- Bíró O.** Professor, Institute for Fundamentals and
Theory in Electrical Engineering, Graz, Austria
- Boev V.M.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Bolyukh V.F.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Butkevich O.F.** Professor, Institute of Electrodynamics
of NAS Ukraine, Kyiv
- Dan'ko V.G.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Doležel I.** Professor, University of West Bohemia,
Pilsen, Czech Republic
- Goncharov Yu.P.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Gurin A.G.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Kirilenko O.V.** Professor, Institute of Electrodynamics of NAS
Ukraine, academician of NAS of Ukraine, Kyiv
- Kravchenko V.I.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Masliev V.G.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Mihaylov V.M.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Milykh V.I.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Namitokov K.K.** Professor, O.M. Beketov Kharkiv National
University of Municipal Economy, Ukraine
- Omel'yanenko V.I.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Podoltsev O.D.** Professor, Institute of Electrodynamics
of NAS Ukraine, Kyiv
- Puilo G.V.** Professor, Odessa National Polytechnic
University, Ukraine
- Rainin V.E.** Professor, Moscow Power Engineering
Institute, Moscow, Russia
- Reztsov V.F.** Professor, Vice-director of Institute
for Renewable Energy of NAS of Ukraine,
corresponding member of NAS Ukraine, Kyiv
- Rozanov Yu.C.** Professor, Moscow Power Engineering
Institute, Moscow, Russia
- Rozov V.Yu.** Professor, corresponding member of NAS of
Ukraine, Director of Science and Technology
Center of Magnetism of Technical Objects
of NAS Ukraine, Kharkiv
- Rudakov V.V.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine
- Sokol Ye.I.** Professor, corresponding member of NAS of
Ukraine, Vice-rector of NTU "KhPI", Kharkiv,
Ukraine
- Soskov A.G.** Professor, O.M. Beketov Kharkiv National
University of Municipal Economy, Ukraine
- Shinkarenko V.F.** Professor, National Technical University of
Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Tkachuk V.I.** Professor, Lviv Polytechnic National
University, Ukraine
- Vinitzki Yu.D.** Professor, GERUS, Moscow, Russia
- Yuferov V.B.** Professor, Kharkiv National Science Center
Institute of Physics and Technology, Ukraine
- Zagirnyak M.V.** Professor, corresponding member of NAPS
Ukraine, rector of Kremenchuk M.Ostrohradskii
National University, Kremenchuk, Ukraine
- Zhemerov G.G.** Professor, NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine

Відповідальний секретар / Executive secretary: Гречко О.М. / Grechko O.M., тел. +38 067 3594696, e-mail: a.m.grechko@mail.ru

Адреса редакції / Editorial office address:

Кафедра "Електричні апарати", НТУ "ХПІ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002, Україна
Dept. of Electrical Apparatuses, NTU "KhPI", Frunze Str., 21, Kharkiv, 61002, Ukraine
тел. / phone: +38 057 7076281, e-mail: a.m.grechko@mail.ru

ISSN (print) 2074-272X, ISSN (online) 2309-3404

© Національний технічний університет "ХПІ", 2014

Підписано до друку 16.01.2014 р. Формат 60 x 90 1/8. Офсетний. Друк – лазерний. Друк. арк. 9,25.

Наклад 200 прим. Зам. № 66/172-1-2014. Ціна договірна.

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

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



ЗМІСТ

Електротехніка. Визначні події. Славенні імена

| | |
|--|---|
| Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 18: Ракетная техника и покорение ближнего космоса..... | 3 |
|--|---|

Електричні машини та апарати

| | |
|--|----|
| Авдеева Е.А., Ставинский Р.А. Массо-стоимостные показатели пространственных аксиальных трехфазных электромагнитных систем с круговыми и шестигранными образующими контурами стержней витых магнитопроводов..... | 15 |
| Голенков Г.М., Аббасян М.А. Моделирование распределения магнитной индукции коаксиально-линейного двигателя с аксиальным и радиальным направлением намагничивания постоянных магнитов..... | 21 |
| Дегтев В.Г., Лаврук И.С. Синтез гомологических рядов многофазных обмоток и их гармонический анализ..... | 25 |
| Петрушин В.С. Проектирование энергосберегающих асинхронных двигателей с использованием модифицированного критерия приведенных затрат..... | 31 |
| Ткачук В.І., Жук В.І. Математичне моделювання електромеханічних процесів у вентильному двигуні постійного струму..... | 34 |
| Шумилов Ю.А., Штогрин А.В. Уменьшение повреждаемости статора мощных турбогенераторов, вызванных вибрацией в торцевой зоне (анализ, гипотезы, эксперимент)..... | 37 |
| Levin M.I., Pentegov I.V., Ryamar S.V., Lavreniuk A.V. Анализ конструкций шихтованных магнитопроводов силовых трехфазных трансформаторов..... | 40 |

Силовая электроника

| | |
|---|----|
| Жемеров Г.Г., Тугай Д.В. Энергия и мощность в системах электроснабжения с полупроводниковыми преобразователями и накопителями энергии..... | 45 |
|---|----|

Теоретична електротехніка

| | |
|--|----|
| Кутковецкий В.Я. Законы анализа электротехнических сетей..... | 58 |
|--|----|

Електричні станції, мережі і системи

| | |
|--|----|
| Веприк Ю.Н., Ганус О.А. Контроль частоты в задачах математического моделирования и управления режимами электрических систем..... | 62 |
| Нижевский И.В., Нижевский В.И. Исследование влияния увлажнения, просыхания или промерзания верхнего слоя земли на электрические характеристики заземляющего устройства..... | 65 |
| Сиротин Ю.А. Расчет реактивных проводимостей компенсатора для трехпроводной сети..... | 71 |

TABLE OF CONTENTS

Electrical Engineering. Events. Famous Names

| | |
|--|---|
| Baranov M.I. An anthology of outstanding achievements in science and technology. Part 18: Rocket engineering and near-space exploration..... | 3 |
|--|---|

Electrical machines and apparatus

| | |
|--|----|
| Avdieieva E.A., Stavinskiy R.A. Mass and cost figures for spatial axial three-phase electromagnetic systems with circular and hexagonal forming contours of twisted magnetic core rods..... | 15 |
| Golenkov G.M., Abbasian M.A. Simulation of magnetic induction distribution in a coaxial linear motor with axial and radial direction of permanent magnets magnetization..... | 21 |
| Degtev V.G., Lavruk I.S. Multiphase winding homologous series synthesis and harmonic analysis..... | 25 |
| Petrushin V.S. Energy-efficient induction motors designing with application of a modified criterion of reduced costs..... | 31 |
| Tkachuk V.I., Zhuk V.I. Mathematical modeling of electromechanical processes in a brushless DC motor..... | 34 |
| Shumilov Yu.A., Shtogrin A.V. Decrease in the damage of powerful turbogenerator stator caused by vibration in the end zones (analysis, hypotheses, experiment)..... | 37 |
| Levin M.I., Pentegov I.V., Ryamar S.V., Lavreniuk A.V. Analysis of three-phase power transformer laminated magnetic core designs..... | 40 |

Power Electronics

Zhemerov G.G., Tugay D.V. Energy and power in power supply systems with semiconductor converters and energy storage..... 45

Theoretical Electrical Engineering

Kutkovetsky V.J. Laws of electrical grid analysis..... 58

Power Stations, Grids and Systems

Veprik Yu.N., Ganus O.A. Frequency control in electrical system mathematical modeling and operation control problems..... 62

Nizhevskiy I.V., Nizhevskiy V.I. Research into action of surface soil moistening, drying or freezing on electrical characteristics of grounding device..... 65

Sirotin Yu.A. Calculation of compensating susceptance for a three-wire net..... 71

ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!

Науково-практичний журнал "Електротехніка і Електромеханіка" – передплатне видання. Звертаємо вашу увагу, що починаючи з 2006 року журнал виходить шість разів на рік. Вартість передплати на 2014 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.mon.gov.ua) в розділі "Наукова періодика України", а також на офіційному сайті журналу (eie.khpi.edu.ua).

Журнал "Електротехніка і Електромеханіка" включений у довідник періодичних видань Ulrich's Periodical Directory (ulrichsweb.serialsolutions.com), у всесвітній федеративний бібліотечний каталог OCLC WorldCat за № 851561709 (worldcat.org), індексується у наукометричних базах Index Copernicus (indexcopernicus.com), Російський Індекс Научного Цитування – РИИЦ (elibrary.ru), Google Scholar (scholar.google.com) та входить до баз даних DOAJ (www.doaj.org), BASE (base-search.net), Scientific Indexing Services (sindex.org), CiteFactor (citefactor.org), DRIVER (www.driver-repository.eu), PBN (pbn.nauka.gov.pl), Research Bible (journalseeker.researchbib.com), DRJI (drji.org).



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