

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського**

**ВІСНИК**  
**Кременчуцького національного університету**  
**імені Михайла Остроградського**

**Випуск 4/2017 (105)**

- Електромеханічні системи та автоматизація. Електричні машини і апарати. Енергетика
- Новітні матеріали і нанотехнології
- Енерго- та ресурсозберігаючі технології
- Інформаційні системи і технології. Математичне моделювання
- Сучасні технології в машинобудуванні, транспорті та гірництві
- Екологічна безпека
- Землепорядкування та кадастр. Будівництво
- Економіка і управління підприємствами, галузями, національним господарством
- Менеджмент, маркетинг та управління персоналом
- Бухгалтерський облік, фінанси та грошовий обіг
- Природничі науки
- Гуманітарні науки

**ВІСНИК КРЕМЕНЧУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО. –  
Кременчук: КрНУ, 2017. – Випуск 4 (105). – 145 с.**

**Головний редактор**

**М. В. Загірняк**, дійсний член (академік) Національної академії педагогічних наук України, д.т.н., проф.

**Заступник головного редактора**

**В. В. Никифоров**, д.б.н., проф.

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

**Бахарєв В. С.**, к.т.н., доц.;  
**Воробйов В. В.**, д.т.н., проф.;  
**Гученко М. І.**, д.т.н., проф.;  
**Дідур С. В.**, д.е.н., проф.;  
**Дивак М. П.**, д.т.н., проф.;  
**Драгобецький В. В.**, д.т.н., проф.;  
**Єлізаров О. І.**, д.ф.-м.н., проф.;  
**Жуков І. А.**, д.т.н., проф.;  
**Іванов С. В.**, д.е.н., проф.;  
**Касич А. О.**, д.е.н., проф.;

**Кратт О. А.**, д.е.н., проф.;  
**Ляшенко В. П.**, д.т.н., проф.;  
**Маслак О. І.**, д.е.н., проф.;  
**Маслов О. Г.**, д.т.н., проф.;  
**Одінцов М. М.**, д.е.н., проф.;  
**Оксанич А. П.**, д.т.н., проф.;  
**Перерва П. Г.**, д.е.н., проф.;  
**Пилипенко А. А.**, д.е.н., проф.;  
**Почтовюк А. Б.**, д.е.н., доц.;  
**Поясок Т. Б.**, д.пед.н., проф.;

**Райко Д. В.**, д.е.н., проф.;  
**Родькін Д. Й.**, д.т.н., проф.;  
**Саленко О. Ф.**, д.т.н., проф.;  
**Сінчук О. М.**, д.т.н., проф.;  
**Сокур М. І.**, д.т.н., проф.;  
**Троцько О.В.**, к.т.н., доц.;  
**Хоменко М. М.**, д.е.н., проф.;  
**Чебенко В. М.**, д.т.н., проф.;  
**Чорний О. П.**, д.т.н., проф.;  
**Шмандій В. М.**, д.т.н., проф.

**МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА**

**Величко Адамов**, докт. наук, проф. (Болгарія);  
**Ернест Єфремов**, член-кор. Національної академії наук України, д.т.н., проф.;  
**Олександр Кириленко**, академік Національної академії наук України, д.т.н., проф.;  
**Микола Ключ**, д.ф.-м.н., проф., Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАНУ;  
**Peter Andráš**, докт. наук, проф. (Словаччина);

**Kevin Donohue**, докт. наук, проф. (США);  
**Krzysztof Klyuschyński**, д.т.н., проф. (Польща);  
**Stanislaw Korenik**, докт. наук, проф. (Польща);  
**Damijan Miljavec**, докт. наук, проф. (Словенія);  
**Lubomír Paná**, к.політ.н., доц. (Чехія);  
**Janusz Ślodeczyk**, докт. наук, проф. (Польща);  
**Bojan Štumberger**, проф. (Словенія);  
**Johanes Zentner**, д.т.н., проф. (Німеччина).

**Науково-технічний редактор – І. Е. Пєєва**, к.т.н.

**Відповідальний секретар – Н. В. Кіцель** (українська та російська мови)

**Відповідальний секретар – Р. М. Кантемірова** (англійська мова)

Науковий журнал видається з 1996 року. Внесений до Переліку фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних, економічних і педагогічних наук. Журнал надсилається до провідних наукових бібліотек України, електронна версія журналу зберігається у Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського, індексується у загальнодержавній базі даних «Україніка наукова» (реферативний журнал «Джерело») і реферативному журналі *ВІНИТІ* (РАН), а також у міжнародних наукометричних базах даних «*Ulrich's Web Global Serials Directory*», «*eLIBRARY*», «*Index Copernicus*», «*Polish Scholarly Bibliography*», «*Infobase Index*», «*Inspec*», «*Open Academic Journals Index*», «*Google Scholar*», «*CiteFactor*» і «*Scientific Indexing Services*».

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол № 11 від 29.06.2017 р.). Свідоцтво про державну реєстрацію друкованих засобів масової інформації серії КВ № 18771–7571 ПР від 30.01.2012 р.

Журнал публікує після рецензування, редагування та перевірки на оригінальність статті, які містять результати досліджень з питань розвитку науки, освіти і виробництва, впровадження нових результатів фундаментальних досліджень і прикладних розробок у галузі технічних, природничих, економічних і гуманітарних наук.

© Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2017 р.

**ISSN 1995–0519**  
**e-ISSN 2072–8263**

---

Адреса редакції: вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600.  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, НДЧ, кімн. 3210.  
т. +3805366 36217; E-mail: visnikkrnu@kdu.edu.ua; website: www.kdu.edu.ua.

---

**TRANSACTIONS  
of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi  
National University**

**Issue 4/2017 (105)**

- **Electromechanical systems and automation. Electric machines and devices. Power engineering**
- **Advanced materials and nanotechnologies**
- **Energy- and resource-saving technologies**
- **Information systems and technologies. Mathematical modeling**
- **Advanced technologies in machine construction, transport and mining industries**
- **Environmental safety**
- **Land-use management and cadastre. Civil engineering**
- **Economics and management of enterprises, branches, and national economy**
- **Marketing, business and personnel management**
- **Financial accounting and money turnover**
- **Natural sciences**
- **The humanities**

**TRANSACTIONS OF KREMENCHUK MYKHAILO OSTROHRADSKYI  
NATIONAL UNIVERSITY. –**

**Kremenchuk: KrNU, 2017. – Issue 4 (105). – 145 p.**

**Editor-in-chief**

**M. Zagirnyak** – Full Member of National Academy of Pedagogic Sciences of Ukraine, DSc, Prof.

**Deputy Editor-in-chief**

**V. Nykyforov**, DSc, Prof.

**EDITORIAL BOARD**

**V. Bakharev**, CandSc, Assoc. Prof.;

**V. Chebenko**, DSc, Prof.;

**O. Chornyj**, DSc, Prof.;

**S. Didur**, DSc, Prof.;

**V. Dragobetskyi**, DSc, Prof.;

**M. Dyvak**, DSc, Prof.;

**M. Guchenko**, DSc, Prof.;

**S. Ivanov**, DSc, Prof.;

**A. Kasych**, DSc, Prof.;

**M. Khomenko**, DSc, Prof.;

**O. Kratt**, DSc, Prof.;

**V. Lyashenko**, DSc, Prof.;

**O. Maslak**, DSc, Prof.;

**O. Maslov**, DSc, Prof.;

**M. Odintsov**, DSc, Prof.;

**A. Oksanych**, DSc, Prof.;

**P. Pererva**, DSc, Prof.;

**A. Pochtovyuk**, DSc, Assoc. Prof.;

**T. Poyasok**, DSc, Prof.;

**A. Pylypenko**, DSc, Prof.;

**D. Rayko**, DSc, Prof.;

**D. Rod'kin**, DSc, Prof.;

**O. Salenko**, DSc, Prof.;

**V. Shmandiy**, DSc, Prof.;

**O. Sinchuk**, DSc, Prof.;

**M. Sokur**, DSc, Prof.;

**O. Trotsko**, CandSc, Assoc. Prof.;

**V. Vorobyov**, DSc, Prof.

**O. Yelizarov**, DSc, Prof.;

**I. Zhukov**, DSc, Prof.

**INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD**

**Velichko Adamov**, DSc, Prof. (Bulgaria);

**Peter Andráš**, DSc, Prof. (Slovakia);

**Kevin Donohue**, DSc, Prof. (USA);

**Nikolai Klyui**, DSc, Prof. (Ukraine);

**Ernest Yefremov**, DSc, Prof. (Ukraine);

**Krzysztof Klyuschyński**, DSc, Prof. (Poland);

**Stanislaw Korenik**, DSc, Prof. (Poland);

**Oleksandr Kyrylenko**, DSc, Prof. (Ukraine);

**Damijan Miljavec**, DSc, Prof. (Slovenia);

**Lubomír Paná**, CandSc, Prof. (Czech);

**Janusz Ślodziński**, DSc, Prof. (Poland);

**Bojan Štumberger**, Prof. (Slovenia);

**Johanes Zentner**, DSc, Prof. (Germany).

**Science Editor – I. Pejeva**, CandSc

**Executive Editor – N. Kitsel** (Ukrainian & Russian)

**Executive Editor – R. Kantemirova** (English)

The journal has been published since 1996. The journal is registered in the List of specialized editions for the research results of doctoral and candidate theses in Engineering, in Economics, in Pedagogy to be published in. The journal is presented in the top research libraries of Ukraine including the Vernadsky National Library of Ukraine. The journal is indexed in the national database «*Ukrainika Naukova*» («*Dzherelo*» abstract journal), *VINITI* abstract journal (Russian Academy of Science), and international databases: *eLIBRARY*, «*Index Copernicus*», global serials directory «*Ulrich's Web Global Serials Directory*», «*Polish Scholarly Bibliography*», «*Infobase Index*», «*Inspec*», «*Open Academic Journals Index*», «*Google Scholar*», «*CiteFactor*» and «*Scientific Indexing Services*».

The journal is published by the decision of the Scientific Council of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (Record no. 11 of 29 June, 2017). Registration Certificate KV № 18771–7571 PR of 30 January, 2012.

The journal publishes only original and peer-reviewed articles, which cover theoretical and experimental aspects of research outcomes in the fields of Engineering, Natural and Economic Sciences, and Humanities.

© Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2017.

**ISSN 1995–0519**

**e-ISSN 2072–8263**

---

Office address: vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltavska obl., Ukraine 39600.

Science and Research Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University.

Tel: +38 05366 36217. E-mail: visnikkrnu@kdu.edu.ua; website: www.kdu.edu.ua.

---