

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

# **ВІСНИК**

**Кременчуцького національного університету  
імені Михайла Остроградського**

**Випуск 4/2019 (117)**

- **Професійна освіта**
- **Економіка**
- **Менеджмент**
- **Екологія**
- **Комп'ютерні науки**
- **Прикладна механіка**
- **Матеріалознавство**
- **Галузеве машинобудування**
- **Електроенергетика,  
електротехніка  
та електромеханіка**
- **Електроніка**

**Кременчук – 2019**

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

**015 Професійна освіта**

Беспарточна О.І., к. пед. н., доц., Україна  
Еммерова Інгрід, д. філ., проф., Словаччина  
Загірняк М.В., д. т. н., проф., Україна  
Осадча К.П., к. пед. н., доц., Україна  
Осадчий В.В., д. пед. н., проф., Україна  
Павленко О.О., д. пед. н., проф., Україна  
Поясок Т.Б., д. пед. н., проф., Україна  
Прошкін В.В., д. пед. н., проф., Україна

**051 Економіка**

Гришко Н.Є., к. е. н., доц., Україна  
Дружиніна В.В., д. е. н., доц., Україна  
Душек Іржи., д. філ., доц., Чехія  
Касич А.О., д. е. н., проф., Україна  
Кратт О.А., д. е. н., проф., Україна  
Маслак О.І., д. е. н., проф., Україна  
Почтовюк А.Б., д. е. н., проф., Україна  
Труніна І.М., д. е. н., проф., Україна

**073 Менеджмент**

Глазунова О.О., к. е. н., ст. викл., Україна  
Загірняк Д.М., к. е. н., доц., Україна  
Каван Степан, д. філ., асис., Чехія  
Касич А.О., д. е. н., проф., Україна  
Кривонос К.О., к. е. н., доц., Україна  
Маслак О.І., д. е. н., проф., Україна  
Рейд Гевін, д. філ., проф., Шотландія  
Сущенко О.А., д. е. н., проф., Україна  
Труніна І.М., д. е. н., проф., Україна

**101 Екологія**

Вамболь С.О., д. т. н., проф., Україна  
Дмитриков В.П., д. т. н., проф., Україна  
Мальцева І.А., д. біол. н., проф., Україна  
Никифоров В.В., д. біол. н., проф., Україна  
Пасенко А.В., к. т. н., доц., Україна  
Самешова Догмара, д. філ., проф., Словаччина  
Харламова О.В., д. т. н., доц., Україна  
Шмандій В.М., д. т. н., проф., Україна

**122 Комп'ютерні науки**

Гученко М.І., д. т. н., проф., Україна  
Коваль С.С., к. т. н., доц., Україна  
Литвиненко В.І., д. т. н., проф., Україна  
Миргород В.М., д. т. н., проф., Україна  
Оксанич І.Г., к. т. н., доц., Україна  
Хайрова Н.Ф., д. т. н., проф., Україна  
Чешка Іржи, д. філ., доц., Чехія  
Шевченко І.В., д. т. н., доц., Україна

**131 Прикладна механіка**

Воробйов В.В., д. т. н., проф., Україна  
Воробйова Л.Д., к. т. н., доц., Україна  
Іліас Николас, д. філ., проф., Румунія  
Іщенко К.С., к. т. н., проф., Україна  
Кратковський І.Л., д. т. н., проф., Україна  
Курінний В.П., д. т. н., проф., Україна  
Помазан М.В., к. т. н., доц., Україна  
Фролов О.О., д. т. н., проф., Україна

**132 Матеріалознавство**

Драгобецький В.В., д. т. н., проф., Україна  
Мороз М.М., д. т. н., проф., Україна  
Праунсейс Здравко, д. філ., доц., Словенія  
Пузир Р.Г., д. т. н., доц., Україна  
Саленко О.Ф., д. т. н., проф., Україна  
Симонова А.А., к. т. н., доц., Україна  
Троцько О.В., к. т. н., доц., Україна  
Шаповал О.О., к. т. н., доц., Україна

**133 Галузеве машинобудування**

Батсайхан Жанар, к. т. н., доц., Монголія  
Ємельянова І.А., д. т. н., проф., Україна  
Маслов О.Г., д. т. н., проф., Україна  
Назаренко І.І., д. т. н., проф., Україна  
Науменко Ю.В., д. т. н., проф., Україна  
Нестеренко М.П., д. т. н., проф., Україна  
Савелов Д.В., к. т. н., доц., Україна  
Саленко Ю.С., д. т. н., проф., Україна

**141 Електроенергетика, електротехніка  
та електромеханіка**

Загірняк М.В., д. т. н., проф., Україна  
Калінов А.І., к. т. н., доц., Україна  
Коренькова Т.В., к. т. н., доц., Україна  
Мілявець Дам'ян, д. н., проф., Словенія  
Прус В.В., к. т. н., доц., Україна  
Родькін Д.Й., д. т. н., проф., Україна  
Сінчук О.М., д. т. н., проф., Україна  
Чорний О.П., д. т. н., проф., Україна  
Штумбергер Боян, д. філ., проф., Словенія

**171 Електроніка**

Єрохов В.Ю., д. т. н., проф., Україна  
Клюй М.І., д. фіз.-мат. н., проф., Китай  
Критська Т.В., д. т. н., проф., Україна  
Лозінський В.Б. к. т. н., доц., Україна  
Оксанич А.П., д. т. н., проф., Україна  
Притчин С.Е., д. т. н., проф., Україна  
Стронський О.В., д. ф-м. н., проф., Україна  
Хрїпко С.Л., д. т. н., проф., Україна

**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.

Виконавчий редактор – **О. В. Троцько**, к.т.н., доц.

Науково-технічний редактор – **І. Е. Пєсва**, 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. «Вісник КрНУ» внесено до групи «Б» переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук і доктора філософії (кандидата наук) зі спеціальностей: 015 Професійна освіта, 051 Економіка, 073 Менеджмент, 101 Екологія, 122 Комп'ютерні науки, 131 Прикладна механіка, 132 Матеріалознавство, 133 Галузеве машинобудування, 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 171 Електроніка (накази МОН України від 07.11.18 № 1218 і від 18.12.18 № 1412).

Видання надсилається до провідних наукових бібліотек України, а його електронна версія зберігається у Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського. Журнал індексується у загальнодержавній базі даних «Україніка наукова» (реферативний журнал «Джерело»), 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*».

«Вісник КрНУ» видається за рішенням Вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол від 04.07.2019 р. № 10). Свідоцтво про державну реєстрацію друкованих засобів масової інформації серії КВ № 18771–7571 ПР від 30.01.2012.

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 таких галузях знань: освіта, соціальні та поведінкові науки, управління та адміністрування, природничі науки, інформаційні технології, механічна інженерія, електроніка та телекомунікації, електрична інженерія.

© Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2019 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.

---

**PEBEPMINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University**

**TRANSACTIONS  
OF KREMENCHUK MYKHAILO OSTROHRADSKYI  
NATIONAL UNIVERSITY**

**Issue 4/2019 (117)**

- **Vocational Education**
- **Economics**
- **Management**
- **Ecology**
- **Computer Science**
- **Applied Mechanics**
- **Materials Science**
- **Industrial Machinery Engineering**
- **Power Energetics,  
Electrical Engineering  
and Electromechanics**
- **Electronics**

**Kremenchuk – 2019**

**TRANSACTIONS OF KREMENCHUK MYKHAILO OSTROHRADSKYI NATIONAL  
UNIVERSITY**

**Kremenchuk: KrNU, 2019. Issue 4 (117). 161 p.**

**EDITORIAL BOARD**

**015 Vocational Education**

Bespartochna O.I., Ph.D. (Educ.), Ass. Prof., Ukraine  
Emmerova Ingrid, Ph.D., Prof., Slovakia  
Zagirnyak M.V., D.Sc.(Eng.), Prof., Ukraine  
Osadcha K.P., Ph.D. (Educ.), Ass. Prof., Ukraine  
Osadchyi V.V., D.Sc.(Educ.), Prof., Ukraine  
Pavlenko O.O., D.Sc.(Educ.), Prof., Ukraine  
Poiasok T.B., D.Sc.(Educ.), Prof., Ukraine  
Proshkin V.V., D.Sc.(Educ.), Prof., Ukraine

**051 Economics**

Hryshko N.Ye., Ph.D. (Econ.), Ass. Prof., Ukraine  
Druzhynina V.V., Dr.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Dushek Jiri., Ph.D., Ass. Prof., Czech Republic  
Kasych A.O., D.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Kratt O.A., D.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Maslak O.I., D.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Pochtoviuk A.B., D.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Trunina I.M., D.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine

**073 Management**

Hlazunova O.O., Ph.D. (Econ.), Sen. Lect., Ukraine  
Zagirniak D.M., Ph.D. (Econ.), Ass. Prof., Ukraine  
Kavan Stepan, Ph.D., Assist., Czech Republic  
Kasych A.O., Dr.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Kryvonos K.O., Ph.D. (Econ.), Ass. Prof., Ukraine  
Maslak O.I., Dr.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Reid Hevin, Ph.D., Prof., Scotland  
Sushchenko O.A., Dr.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine  
Trunina I.M., Dr.Sc.(Econ.), Prof., Ukraine

**101 Ecology**

Vambol S.O., D.Sc.(Eng.), Prof., Ukraine  
Dmytrykov V.P., D.Sc.(Eng.), Prof., Ukraine  
Maltseva I.A., D.Sc.(Biol.), Prof., Ukraine  
Nykyforov V.V., D.Sc.(Biol.), Prof., Ukraine  
Pasenko O.V., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Sameshova Dohmara, Ph.D., Prof., Slovakia  
Kharlamova O.V., D.Sc.(Eng.), Prof., Ukraine  
Shmandiy V.M., D.Sc.(Eng.), Prof., Ukraine

**122 Computer Science**

Huchenko M.I., D.Sc.(Eng.), Prof., Ukraine  
Koval S.S., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Lytvynenko V.I., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Myrhorod V.M., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Oksanich I.H., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Khairova N.F., Dr.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Chejka Jiri., Doct. Phil., Ass. Prof., Czech Republic  
Shevchenko I.V., D.Sc.(Eng.), Ass.Prof., Ukraine

**131 Applied Mechanics**

Vorobiov V.V., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Vorobiova L.D., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Iliash Nykolas, Ph.D., Prof., Romania  
Ishchenko K.S., Ph.D. (Eng.), Prof., Ukraine  
Kratkovsky I.L., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Kurinnyi V.P., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Pomazan M.V., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Frolov O.O., Dr.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine

**132 Materials Science**

Drahobetskyi V.V., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Moroz M.M., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Praunseis Zdravko, Ph.D., Ass. Prof., Slovenia  
Puzyr R.H., Dr.Sc.( Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Salenko O.F., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Symonova A.A., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Trotsko O.V., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Shapoval O.O., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine

**133 Industrial Machinery Engineering**

Batsaikhan Janar, Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Mongolia  
Yemelianova I.A., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Maslov O.H., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Nazarenko I.I., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Naumenko Yu.V., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Nesterenko M.P., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Savielov D.V., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Salenko Yu.S., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine

**141 Power Energetics, Electrical Engineering  
and Electromechanics**

Zagirnyak M.V., Dr.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Kalinov A.I., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Korenkova T.V., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Miljavec Damian, D.Sc., Prof., Slovenia  
Prus V.V., Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Rodkin D.I., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Sinchuk O.M., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Chorny O.P., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Shtumberher Boian, Ph.D., Prof., Slovenia

**171 Electronics**

Yerokhov V.Yu., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Klyui M.I., D.Sc.(Phys-Math.), Prof., China  
Krytska T.V., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Lozinskyi V.B. Ph.D. (Eng.), Ass. Prof., Ukraine  
Oksanich A.P., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Pritchyn S.E., D.Sc.( Eng.), Prof., Ukraine  
Strontsky O.V., D.Sc. (Phys-Math.), Prof., Ukraine  
Khripko S.L., D.Sc. (Eng.), Prof., Ukraine

**Editor-in-chief – M. Zagirnyak**, full member of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, D.Sc. (Eng.), Prof.

Deputy Editor-in-Chief – V. V. Nykyforov, D.Sc. (Biol.), Prof.

Executive Editor – O. V. Trotsko, Ph.D. (Eng.), Ass. Prof.

Scientific and Technical Editor - I. E. Pieieva, Ph.D. (Eng.).

Executive Secretary - N. V. Kitsel (Ukrainian and Russian).

Executive Secretary - R. M. Kantemyrova (English).

The journal has been published since 1996. «Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University» is included in the «B» group in the list of scientific professional editions of Ukraine in which the results of dissertations for the scientific degrees of the Doctor of Sciences and the Doctor of Philosophy (Candidate of Sciences) in the following specialties: 015 Vocational Education, 051 Economics, 073 Management, 101 Ecology, 122 Computer Sciences, 131 Applied Mechanics, 132 Materials Science, 133 Sectoral Mechanical Engineering, 141 Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics, 171 Electronics can be published (the orders of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1218 of November 7, 2018 and No. 1412 of December 18, 2018).

The edition is sent to the leading scientific libraries of Ukraine, and its electronic version is stored in Vernadsky National Library of Ukraine. The journal is indexed in the «*Ukrainika Naukova*» national database (the «*Dzherelo*» abstract journal), as well as in the «*Ulrich's Web Global Serials Directory*», «*eLIBRARY*», «*Index Copernicus*», «*Polish Scholarly Bibliography*», «*Infobase Index*», «*Inspec*», «*Open Academic Journals Index*», «*Google Scholar*», «*CiteFactor*» i «*Scientific Indexing Services*» international scientometric databases.

The journal is published by the decision of the Academic Council of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (Record No. 10 of July 04, 2019). Registration Certificate of the state registration of printed mass media: series KV No. 18771–7571 PR of January 30, 2012.

The journal publishes papers which were reviewed, edited and verified as to their originality and availability of the results of research in the development of science, education and production, the implementation of new results of fundamental research and applied developments in the following areas of knowledge: education, social and behavioral sciences, management and administration, natural sciences, information technology, mechanical engineering, electronics and telecommunications, electrical engineering.

© Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2019

**ISSN 1995–0519**

**e-ISSN 2072–8263**

---

Address of the editorial office: vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltava region, Ukraine, 39600.  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Scientific and Research Department, r. 3210.  
T. +3805366 36217; E-mail: visnikkrnu@kdu.edu.ua; website: www.kdu.edu.ua.

---