



ISSN 2409-9074

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Серія: ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ,
БУДІВНИЦТВО

Випуск 1 (52)' 2019

ACADEMIC JOURNAL

Series: INDUSTRIAL MACHINE BUILDING,
CIVIL ENGINEERING

Issue 1 (52)' 2019



**Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка**

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Серія: ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ,
БУДІВНИЦТВО**

Випуск 1 (52)' 2019

ACADEMIC JOURNAL

**Series: INDUSTRIAL MACHINE BUILDING,
CIVIL ENGINEERING**

Issue 1 (52)' 2019

Полтава – 2019

Poltava - 2019



www.znp.pntu.edu.ua
<http://journals.pntu.edu.ua/znp>

Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Збірник наукових праць видається з 1999 р., періодичність – двічі на рік.

Засновник і видавець – Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ 8974 від 15.07.2004 р.

Збірник наукових праць уключений до переліку наукових фахових видань, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт (Наказ МОН України №1279 від 06.11.2014 року).

Збірник наукових праць рекомендовано до опублікування вченою радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 18 від 05.07.2019 р.

У збірнику представлені результати наукових і науково-технічних розробок у галузі машинобудування, автомобільного транспорту та механізації будівельних робіт; із проектування, зведення, експлуатації та реконструкції будівельних конструкцій, будівель і споруд; їх основ та фундаментів; будівельної фізики та енергоефективності будівель і споруд.

Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів і магістрів.

Редакційна колегія:

<i>Пічугін С.Ф.</i>	– <i>головний редактор</i> , д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна), pichugin.sf@gmail.com
<i>Винников Ю.Л.</i>	– <i>заступник головного редактора</i> , д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна), vunnikov@ukr.net
<i>Льченко В.В.</i>	– <i>відповідальний секретар</i> , к.т.н., доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна), znpbud@gmail.com
<i>Болтрік М.</i>	– д.т.н., професор, Білостоцький технологічний університет (Польща)
<i>Ємельянова І.А.</i>	– д.т.н., професор, Харківський національний університет будівництва та архітектури (Україна)
<i>Галінська Т.А.</i>	– к.т.н., доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Гасімов А.Ф.</i>	– к.т.н., доцент, Азербайджанський архітектурно-будівельний університет (Азербайджан)
<i>Качинський Р.</i>	– д.т.н., професор, Білостоцький технологічний університет (Польща)
<i>Коробко Б.О.</i>	– д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Косіор-Казберук М.</i>	– д.т.н., професор, Білостоцький технологічний університет (Польща)
<i>Камал М.А.</i>	– д.т.н., доцент, Мусульманський університет Алігарха (Індія)
<i>Молчанов П.О.</i>	– к.т.н., доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Назаренко І.І.</i>	– д.т.н., професор, Київський національний університет будівництва та архітектури (Україна)
<i>Нестеренко М.П.</i>	– д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Павліков А.М.</i>	– д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Погрібний В.В.</i>	– к.т.н., с.н.с., Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Савик В.М.</i>	– к.т.н., доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Семко О.В.</i>	– д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Шаповал В.Г.</i>	– д.т.н., професор, Національний гірничий університет (Україна)
<i>Стороженко Л.І.</i>	– д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Сулевська М.</i>	– д.т.н., професор, Білостоцька політехніка (Польща)
<i>Тур В.В.</i>	– д.т.н., професор, Брестський державний технічний університет (Білорусь)
<i>Васильєв Є.А.</i>	– к.т.н., доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Вінеке-Тумауі Б.</i>	– д.т.н., професор, Університет прикладних наук м. Банденбург (Німеччина)
<i>Панг С.</i>	– к.т.н., професор, Китайський університет нафти – Пекін (Китай)
<i>Жусупбеков А.Ж.</i>	– д.т.н., професор, Євразійський національний університет ім. Л.М. Гумільова (Казахстан)
<i>Зоценко М.Л.</i>	– д.т.н., професор, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна)
<i>Зурло Франческо</i>	– д.т.н., професор, Міланська політехніка (Італія)

Адреса видавця та редакції – Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Науково-дослідницька частина, к. 320Ф, Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, 36011.

тел.: (05322) 29875; e-mail: v171@pntu.edu.ua; www.pntu.edu.ua

Макет та тиражування виконано у поліграфічному центрі

Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка,

Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, 36011.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,

видавничих і розповсюджувачів видавничої продукції (ДК № 3130 від 06.03.2008 р.).

Комп'ютерна верстка – В.В. Льченко. Коректори – Я.В. Новічкова, М.В. Москаленко.

Підписано до друку 09.07.2019 р.

Папір ксерокс. Друк різнограф. Формат 60x80 1/8. Ум. друк. арк. – 27,32.

Тираж 300 прим.

Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering / Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

Academic journal was founded in 1999, the publication frequency of the journal is twice a year.

Founder and Publisher is Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University.

State Registration Certificate KB № 8974 dated 15.07.2004.

Academic journal is included into the list of specialized academic publications where graduated thesis results could be presented (Order of Department of Education and Science of Ukraine № 1279 dated 06.11.2014).

Academic journal was recommended for publication by the Academic Board of Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, transactions № 18 of 05.07.2019.

The results of scientific and scientific-technical developments in the sphere of mechanical engineering, automobile transport and mechanization of construction works; designing, erection, operation and reconstruction of structural steels, buildings and structures; its bases and foundations; building physics and energy efficiency of buildings and structures are presented in the collection.

Academic journal is designed for researchers and technologists, postgraduates and senior students.

Editorial Board:

<i>Pichugin Sergiy</i>	– <i>Editor-in-Chief</i> , DSc, Professor, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine), pichugin.sf@gmail.com
<i>Vynnykov Yuriy</i>	– <i>Deputy Editor</i> , DSc, Professor, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine), vynnykov@ukr.net
<i>Ilchenko Volodymyr</i>	– <i>Executive Secretary</i> , PhD, Associate Professor, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine), znpbud@gmail.com
<i>Boltryk Michal</i>	– DSc, Professor, Dean of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Bialystok Technological University (Poland)
<i>Emeljanova Inga</i>	– DSc, Professor, Professor of Mechanization of Construction Processes Department, Kharkiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)
<i>Galinska Tatiana</i>	– PhD, Associate Professor, Associate Professor of Architecture and Town Planning Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Gasimov Akif</i>	– PhD, Associate Professor, Vice-Rector for Academic Work, Azerbaijan Architectural and Construction University (Azerbaijan)
<i>Kaczyński Roman</i>	– DSc, Professor, Vice-Rector for Development, Bialystok Technological University (Poland)
<i>Korobko Bogdan</i>	– DSc, Professor, Professor of Building Machines and Building Equipment Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Kosior-Kazberuk Marta</i>	– DSc, Professor, Vice-Rector for Education and International Cooperation, Bialystok Technological University (Poland)
<i>Kamal Mohammad Arif</i>	– DSc, Associate Professor, Architecture Section, Aligarh Muslim University (India)
<i>Molchanov Petro</i>	– PhD, Associate Professor, Associate Professor of Equipment of Oil and Gas Fields Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Nazarenko Ivan</i>	– DSc, Professor, Head of Technological Processes Mechanization Department, Kyiv National Civil Engineering and Architecture University (Ukraine)
<i>Nesterenko Mykola</i>	– DSc, Professor, Professor of Building Machines and Building Equipment Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Pavlikov Andriy</i>	– DSc, Professor, Head of Reinforced Concrete and Masonry Structures and Strength of Materials Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Pohribnyi Volodymyr</i>	– PhD, Associate Professor of Reinforced Concrete and Masonry Structures and Strength of Materials Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Savlyk Vasyl</i>	– PhD, Associate Professor, Associate Professor of Equipment of Oil and Gas Fields Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Semko Oleksandr</i>	– DSc, Professor, Head of Architecture and Town Planning Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Shapoval Volodymyr</i>	– DSc, Professor, Professor of Civil Engineering and Geomechanics Department, National Mining University (Ukraine)
<i>Storozhenko Leonid</i>	– DSc, Professor, Professor of Metal, Wood and Plastics Structures Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Sulewska Maria</i>	– DSc, Professor of Geotechnical Department, Bialystok University of Technology (Poland)
<i>Tur Viktor</i>	– DSc, Professor, Head of Concrete Technology and Building Materials, Brest State Technical University (Belarus)
<i>Vasyliov Ievgen</i>	– PhD, Associate Professor, Associate Professor of Building Machines and Equipment Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Wieneke-Toutaoui Burghilde</i>	– DSc, Professor, President of Brandenburg University of Applied Sciences (Germany)
<i>Pang Xiongqi</i>	– PhD, Professor, State Key Laboratory of Oil and Gas Resource and Prospecting, Vice-president China University of Petroleum – Beijing (China)
<i>Zhusupbekov Askar</i>	– DSc, Professor, Head of Buildings and Structures Design Department, Director of Geotechnical Institute, Eurasia National L.N. Gumiliov University (Kazakhstan)
<i>Zotsenko Mykola</i>	– DSc, Professor, Head of Oil and Gas Extraction and Geotechnical Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Ukraine)
<i>Zurlo Francesco</i>	– PhD, Associate Professor of Department of Design, Polytechnic University of Milan (Italia)

Address of Publisher and Editorial Board – Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University,

Research Centre, room 320-F, Pershotravnevyi Avenue, 24, Poltava, 36011, Ukraine.

tel.: (05322) 29875; e-mail: v171@pntu.edu.ua; www.pntu.edu.ua

Layout and printing made in the printing center of Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University,
Pershotravnevyi Avenue, 24, Poltava, 36011, Ukraine.

Registration certificate of publishing subject in the State Register of Publishers Manufacturers
and Distributors of publishing products (DK № 3130 from 06.03.2008).

Desktop Publishing – V.V. Ilchenko. Corrections – Y.V. Novichkova, M.V. Moskalenko.

Authorize for printing 09.07.2019.

Paper copier. Print rizograf. Format 60x80 1/8. Conventionally printed sheets – 27,32.

Circulation 300 copies.