



ISSN 2079-0821  
49' 2017

# ВІСНИК

Національного технічного університету  
«ХПІ»

Харків

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

**ВІСНИК**  
**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ХПІ»**

Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія

**№ 49 (1270) 2017**

Збірник наукових праць

Видання засновано у 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2017

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ»**, Збірник наукових праць. Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2017. – № 49 (1270). – 100 с.

### **Державне видання**

**Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України**

**КВ № 5256 від 2 липня 2001 року**

Мова статей – українська, російська та англійська.

*Вісник Національного технічного університету «ХПІ» внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого рішенням Атестаційної колегії МОН України щодо діяльності спеціалізованих вчених рад, від 15 грудня 2015 р., Наказ № 1328 (додаток 8) від 21.12.2015.*

### **Координаційна рада:**

Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф. (**голова**)

К.О. ГОРБУНОВ, канд. техн. наук, доц. (**секретар**)

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.; Є.І. Сокол, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України;

Є.Є. Александров, д-р техн. наук, проф.; А.В. Бойко, д-р техн. наук, проф.;

Ф.Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.; М.Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.;

А.І. Грабченко, д-р техн. наук, проф.; В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.;

В.Д. Дмитрисенко, д-р техн. наук, проф.; І.Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.;

В.В. Єпіфанов, канд. техн. наук, проф.; Ю.І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.;

П.О. Качанов, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.;

С.І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.; В.І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.;

Г.В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.; О.К. Морачковский, д-р техн. наук, проф.;

В.І. Ніколаєнко, канд. іст. наук, проф.; П.Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.;

В.А. Пуляев, д-р техн. наук, проф.; М.І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.;

В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.; Г.М. Сучков, д-р техн. наук, проф.;

Ю.В. Тимофієв, д-р техн. наук, проф.; М.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

### **Редакційна колегія:**

**Відповідальний редактор:** М.І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.

**Відповідальний секретар:** Г.М. Шабанова, д-р техн. наук, проф.

**Члени редколегії:** В.Л. Авраменко, канд. техн. наук, проф.;

В.П. Георгіївський, д-р фарм. наук, проф.; Ф.Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.;

А.М. Каратеев, д-р хім. наук, проф.; Г.В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.;

О.Я. Лобойко, д-р техн. наук, проф.; М.О. Подустов, д-р техн. наук, проф.;

М.Д. Сахненко, д-р техн. наук, проф.; С.О. Слобідський, д-р техн. наук, проф.;

Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.; Г.Г. Тульський, д-р техн. наук, проф.;

В.П. Шапоров, д-р техн. наук, проф.; И.В. Левицкий, д-р техн. наук, проф. (Минск, Республика Беларусь);

H.B. Fischer, Dr.-Ing., Prof. (Weimar, Bundesrepublik Deutschland);

N. Lesnych, Dr.-Ing., Prof. (Weimar, Bundesrepublik Deutschland); M.J. Ciak, Dr. hab. inż., Prof. (Olsztyn, Polska);

I.V. Rusu, Doctor habilitat în Ştiinţe tehnice, Prof. (Chişinău, Republica Moldova)

*Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: «Хімія, хімічна технологія та екологія», індексується в наукометричних базах **WorldCat** і **Google Scholar** і включений у довідник періодичних видань бази даних **«Ulrich's Periodicals Directory»** (New Jersey, USA).*

Рекомендовано до друку Вченою Радою НТУ «ХПІ»

Протокол № 11 від 22 грудня 2017 р.

NATIONAL TECHIKAL UNIVERSITET  
“KHARKIV POLYTECHIC INSTITUTE”

## **BULLETIN**

**OF THE NATIONAL TECHIKAL UNIVERSITET  
“KHARKIV POLYTECHIC INSTITUTE”**

*Series: Chemistry, Chemical Technology and Ecology*

**№ 49 (1270) 2017**

Collected Works

The publication was founded in 1961

Kharkiv  
NTU “KhPI”

**Bulletin of the National technical universitet “Kharkiv polytechic institute”**, Collected Works. Series: Chemistry, Chemical Technology and Ecology. Kharkiv: NTU “KhPI”. 2017. No 49 (1270). – 100 p.

#### **State edition**

**Certificate of State Committee of Ukraine for Information Policy KB No 5256 from July 2, 2001**

The collection is published in – Ukrainian, Russian and English.

*Bulletin of the National Technical University “KhPI” included in the “List of scientific professional editions of Ukraine, which can be published results of dissertations for the degree of doctor and candidate of sciences”, approved by Certifying Board of MES of Ukraine on activity academic councils, December 15, 2015. Order number 1328 (appendix 8) of 21.12.2015.*

#### **Coordinating Board:**

L. L. Tovazhnyanskyy, Dr. Tech. Sci., Prof. (**chief**);  
K. A. Gorbunov, Cand. Tech. Sci. (PhD), Associate Prof. (**secretary**);  
A.P. Marchenko. Dr. Tech. Sci., Prof.; Ye. I. Sokol, member NAS of Ukraine, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
E. E. Aleksandrov, Dr. Tech. Sci., Prof.; A. V. Bojko, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
F. F. Gladky. Dr. Tech. Sci., Prof.; M. D. Godlevskii, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
A. I. Grabchenko, Dr. Tech. Sci., Prof.; V. G. Danko, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
V. D. Dmitrienko, Dr. Tech. Sci., Prof.; I. F. Domnin, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
V. V. Epifanov, Cand. Tech. Sci. (PhD), Prof.; Yu. I. Zajtsev, Cand. Tech. Sci. PhD, Prof.;  
P. A. Kachanov, Dr. Tech. Sci., Prof.; V. B. Klepikov, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
S. I. Kondrashov. Dr. Tech. Sci., Prof.; V. I. Kravchenko, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
G. V. Lisachuk, Dr. Tech. Sci., Prof.; O. K. Morachkovskij, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
V. I. Nikolaenko, Cand. Hist. Sci. (PhD), Prof.; P. G. Pererva, Dr. Econ. Sci., Prof.;  
V. A. Pulyaev, Dr. Tech. Sci., Prof.; M. I. Ryshchenko, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
V. B. Samorodov, Dr. Tech. Sci., Prof.; G. M. Suchkov, Dr. Tech. Sci., Prof.,  
Yu. V. Timofeev, Dr. Tech. Sci., Prof.; M. A. Tkachuk, Dr. Tech. Sci., Prof.

#### **Editorial Board:**

**Editor:** M. I. Ryshchenko. Dr. Tech. Sci., Prof.

**Secretary:** G. M. Shabanova, Dr. Tech. Sci., Prof.

**Members of the editorial board:** V. L. Avramenko, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
V. P. Heorhiyivs'kyj, Dr. Pharm. Sci., Prof.; F. F. Gladky, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
A. M. Karateev, Dr. Tech. Sci., Prof.; M. F. Kleshchev, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
G. V. Lisachuk, Dr. Tech. Sci., Prof.; O. Ya. Loboyko, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
M. O. Podustov. Dr. Tech. Sci., Prof.; M. D. Sakhnenko, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
S. O. Slobods'koy, Dr. Tech. Sci., Prof.; L. L. Tovazhnyanskyy, Dr. Tech. Sci., Prof.;  
H. H. Tul'skiy, Dr. Tech. Sci., Prof.; P. Shaporev. Dr. Tech. Sci., Prof.  
H.B. Fischer, Dr.-Ing., Prof. (Weimar, Bundesrepublik Deutschland);  
N. Lesnych, Dr.-Ing., Prof. (Weimar, Bundesrepublik Deutschland); M.J. Ciak, Dr. hab. inż., Prof. (Olsztyn, Polska);  
I.V. Rusu, Doctor habilitat în Științe tehnice, Prof. (Chișinău, Republica Moldova)

*Bulletin of the National Technical University “KPI” series “Chemistry, Chemical Technology and Ecology”, scientometric databases indexed in WorldCat, Google Scholar, Index Copernicus and included in the directory of periodicals database Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).*

Recommended for publication by the Academic Council of NTU “KhPI”.

Protocol number 11 of December, 22. 2017.