

# SCIENTIFIC JOURNAL OF THE TERNOPIL NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY

Scientific Journal  
Issued 4 times a year  
Founded in September, 1996  
**№ 3 (87) 2017**

Founder and publisher:  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University  
List of journals ISSN 2522-4433  
Copyright 10.06.2010 KB № 16861-5624П

Recommended by the Scientific Council of the Ternopil Ivan Puluj National  
Technical University, Protocol No 10, 21.11.2017.

## **Editorial board:**

P.V. Yasniy (Editor-in-Chief), R.M. Rogatynskyi (Associate Editor), B.G. Shelestovs'kyi (Executive Editor), O.Ye. Andreikiv, V.A. Andriychuk, Z.Ya. Blikharskyi, M.I. Bobyr, B.M. Gevko, L.D. Didukh, Ya.P. Dragan, M.P. Karpinskyi, V.A. Kryven, R.M. Kushnir, V.S. Loveikin, S.A. Lupenko, I.V. Lutsiv, J.J. Luchko, P.O. Marushchak, M.S. Mykhailyshyn, Z.T. Nazarchuk, G.M. Nykyforchyn, M.R. Petryk, M.I. Pidgurskyi, Ch.V. Pulka, M.V. Pryimak, P.D. Stukhlyak, G.T. Sulym, V.T. Troshchenko.

## **International editorial board:**

J. Fraissard (France), J. Kaleta (Poland), Yu.M. Lapusta (France), T. Lentla (Estonia), G. Pluvinage (France), K. Smedley (USA), A. Swic (Poland), L. Toth (Hungary).

---

Editorial office address: Ternopil Ivan Puluj National Technical University,  
56, Ruska Str.  
Ternopil 46001, Ukraine.  
Tel. (380) 352 51-97-20.  
Fax: (380) 352 254983.  
E-mail: kaf\_vm@tu.edu.te.ua

WWW-address: visnyk.tntu.edu.ua

**Managing Editor** *L.Y. Petryshyna; Ye.I. Grytsenko*  
**Art Editor, design, typist** *A.P. Katrych*

**ISSN 1727-7108**

© Ternopil Ivan Puluj National  
Technical University, 2017

# ВІСНИК ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Науковий журнал  
Виходить 4 рази у рік  
Заснований у вересні 1996 р.  
**№ 3 (87) 2017 р.**

Засновник і видавець:

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Реєстраційний номер ISSN 2522-4433.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
серії КВ № 16861-5624ПР від 10.06.2010 р.

Рекомендовано до друку вченою радою Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя 21.11.2017 р., протокол № 10.

## **Редакційна колегія**

П.В. Ясній (головний редактор), Р.М. Рогатинський (заст. головного редактора),  
Б.Г. Шелестовський (відповідальний секретар), О.Є. Андрейків, В.А. Андрійчук,  
З.Я. Бліхарський, М.І. Бобир, Б.М. Гевко, Л.Д. Дідух, Я.П. Драган,  
М.П. Карпінський, В.А. Кривень, Р.М. Кушнір, В.С. Ловейкін,  
С.А. Лупенко, І.В. Луців, Й.Й. Лучко, П.О. Марущак, М.С. Михайлишин,  
З.Т. Назарчук, Г.М. Никифорчин, М.Р. Петрик, М.І. Підгурський,  
М.В. Приймак, Ч.В. Пулька, П.Д. Стухляк, Г.Т. Сулим, В.Т. Трощенко.

## **Міжнародна редакційна колегія**

Є. Калета (Польща), Т. Лехтла (Естонія), Ю.М. Лапуста (Франція),  
Г. Плювінаж (Франція), А. Свік (Польща), К. Смедлі (США), Л. Тот  
(Угорщина), Ж. Фресад (Франція).

Адреса редакції: 46001, Тернопіль, вул. Руська, 56.  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя.  
Телефони: (0352) 51-97-20,  
факс: (0352) 254983.  
E-mail: kaf\_vm@tu.edu.te.ua

WWW-address: visnyk.tntu.edu.ua

Редактори: *Л.Й. Петришина; Є.І. Гриценко*  
Комп'ютерне макетування *А.П. Катрич*

**ISSN 1727-7108**

© Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя, 2017