

# SCIENTIFIC JOURNAL OF THE TERNOPIL NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY

Scientific Journal  
Issued 4 times a year  
Founded in September, 1996  
**№ 3 (83) 2016**

Founder and publisher:  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University  
List of journals ISSN 1727-7108  
Copyright 10.06.2010 KB № 16861-5624ПP

Recommended by the Scientific Council of the Ternopil Ivan Puluj National  
Technical University, Protocol No 9, 27.10.2016.

## **Editorial board:**

P.V. Yasniy (Editor-in-Chief), R.M. Rogatynskiy (Associate Editor), B.G. Shelestovskiy (Executive Editor), O.Ye. Andreikiv, V.A. Andriychuk, Z.Ya. Blikharskiy, M.I. Bobyr, B.M. Gevko, L.D. Didukh, Ya.P. Dragan, P.S. Yevtukh, M.P. Karpinskyi, V.A. Kryven, R.M. Kushnir, Yu.M. Lapusta, 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. Pylypets, M.I. Pidgurskiy, M.V. Pryimak, Ch.V. Pulka, T.I. Rybak, M.S. Stechyshyn, P.D. Stukhlyak, G.T. Sulym, V.T. Troshchenko, B.I. Yavorskiy.

## **International editorial board:**

J. Fraissard (France), J. Kaleta (Poland), T. Lentla (Ectonia), 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) 0352 255798, (380) 352 253585.  
Fax: (380) 352 254983.  
E-mail: kaf\_vm@tu.edu.te.ua

WWW-address: visnyk.tntu.edu.ua

**Managing Editor** A.V. Grytskiv; Ye.I. Grytsenko  
**Art Editor, design, typist** A.P. Katrych

**ISSN 1727-7108**

© Ternopil Ivan Puluj National  
Technical University, 2016

# ВІСНИК ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Науковий журнал  
Виходить 4 рази у рік  
Заснований у вересні 1996 р.  
**№ 3 (83) 2016 р.**

Засновник і видавець:

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Реєстраційний номер ISSN 1727-7108

Свідectво 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 27.10.2016 р., протокол № 9.

## **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,  
П.С. Євтух, М.П. Карпінський, В.А. Кривень, Р.М. Кушнір, Ю.М. Лапуста,  
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. Пилипець, М.І. Підгурський, М.В. Приймак, Ч.В. Пулька, Т.І. Рибак,  
М.С. Стечишин, П.Д. Стухляк, Г.Т. Сулим, В.Т. Трощенко, Б.І. Яворський.

## **Міжнародна редакційна колегія**

Є. Калета (Польща), Т. Лехтла (Естонія), Г. Пльовінаж (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) 255798, 253585,

факс: (0352) 254983.

E-mail: kaf\_vm@tu.edu.te.ua

WWW-address: visnyk.tntu.edu.ua

Редактори: *А.В. Грицьків; Є.І. Грищенко*  
Комп'ютерне макетування *А.П. Катрич*

**ISSN 1727-7108**

© Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя, 2016