

*Міністерство освіти і науки України*  
*The Ministry of Education and Science of Ukraine*  
*Министерство образования и науки Украины*

***Вісник Сумського державного  
університету. Серія Технічні науки***

*Науковий журнал*

***Visnyk of Sumy State University.  
Technical Sciences Series***

*Scientific Journal*

***Вестник Сумского государственного  
университета.  
Серия Технические науки***

*Научный журнал*

**№ 4' 2013**

*Заснований у 1994 році*

*Founded in 1994*

*Основан в 1994*

*Суми Сумський державний університет*  
*Sumy Sumy State University*  
*Сумы Сумский государственный университет*

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ СЕРІЇ****EDITORIAL BOARD****Марцинковський В.А.***(головний редактор), д-р техн. наук,  
професор, СумДУ;***Борисенко О.А.***(заступник редактора), д-р техн. наук,  
професор, СумДУ;***Довбиш А.С.** (заступник редактора),  
*д-р техн. наук, професор, СумДУ;***Ковальов І.О.** (заступник редактора),  
*канд. техн. наук, професор, СумДУ;***Білецький А.Я.,** *д-р техн. наук,  
професор, КНАУ;***Бойко В.І.,** *д-р техн. наук, професор,  
ДДТУ;***Воробйов Г.С.,** *д-р фіз.-мат. наук,  
професор, СумДУ;***Гнесін В.І.,** *д-р техн. наук, професор,  
ІПМаш ім. А.Н. Підгорного НАН  
України;***Євтухов В.Г.,** *канд. техн. наук,  
доцент, СумДУ;***Залоза В.О.,** *д-р техн. наук, професор  
СумДУ;***Калашников В.В.,** *д-р фіз.-мат. наук,  
професор СумДУ;***Косторной С.Д.,** *д-р техн. наук,  
професор, СумДУ;***Кулик І.А.,** *канд. техн. наук, доцент,  
СумДУ;***Кулік А.С.,** *д-р техн. наук, професор,  
Національний аерокосмічний  
університет ім. М.Є. Жуковського  
"ХАІ";***Лукецький В.А.,** *д-р техн. наук,  
професор, ВНТУ;***Любчак В.О.,** *канд. техн. наук,  
доцент, СумДУ;***Ляпа М.М.,** *канд. техн. наук, доцент,  
СумДУ;***Майстренко А.Л.,** *чл.-кор. НАН  
України, Інститут надтвердих  
матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН  
України;***Martsinkovsky V.A.** (Editor-in-chief),  
*Dr. Techn. Sci., professor,  
Sumy State University (SSU);***Borisenko O.A.** (Deputy Editor),  
*Dr. Techn. Sci., professor, SSU;***Dovbysh A.S.** (Deputy Editor),  
*Dr. Techn. Sci., professor, SSU;***Kovalyov I.O.** (Deputy Editor),  
*Cand. Techn. Sci., professor, SSU ;***Biletskiy A.J.,** *Dr. Techn. Sci.,  
professor, National Aviation University  
(NAU);***Boiko V.I.,** *Dr. Techn. Sci., professor,  
Dniprodzerzhynsk State Technical  
University (DSTU);***Vorobyov G.S.,** *Dr. Phys.-Math. Sci.,  
professor, SSU;***Gnesin V.I.,** *Dr. Techn. Sci., professor,  
IPMash NAS of Ukraine;***Yevtukhov V.G.,** *Cand. Tech. Sci.,  
senior lecturer, SSU;***Zaloga V.O.,** *Dr. Techn. Sci., professor,  
SSU;***Kalashnykov V.V.,** *Dr. Phys.-Math. Sci.,  
professor, SSU;***Kostornoi S.D.,** *Dr. Techn. Sci.,  
professor, SSU;***Kulyk I.A.,** *Cand. Tech. Sci.,  
senior lecturer, SSU;***Kulik A.S.,** *Dr. Techn. Sci., professor,  
M. Zhukovsky National Aerospace  
University "KhAI";***Luzhetsky V.A.,** *Dr. Techn. Sci.,  
professor, Vinnitsa National Technical  
University (VNTU);***Lyubchak V.O.,** *Cand. Tech. Sci.,  
senior lecturer, SSU;***Lyapa M.M.,** *Cand. Tech. Sci.,  
senior lecturer, SSU;***Maistrenko A.L.,** *Cor. Member of NAS  
of Ukraine, V. Bakul Institute for  
Superhard Materials of the NAS of  
Ukraine;*

**Мацевітій Ю.М.**, академік НАН України, д-р техн. наук, професор, ІПМаш ім. А.Н. Підгорного НАН України;

**Миронович Л.М.**, д-р хім. наук, професор, Південно-Західний державний університет, м. Курськ, Російська Федерація;

**Пляцук Л.Д.**, д-р техн. наук, професор, СумДУ;

**Проценко І.Ю.**, д-р фіз.-мат. наук, професор, СумДУ;

**Родзієвський В.М.**, д-р техн. наук, професор, Науково-виробниче акціонерне товариство ВНДІкомпресормаш;

**Самоїленко М.І.**, д-р техн. наук, професор, ХНАМГ;

**Соколов О.Ю.**, д-р техн. наук, професор, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ";

**Сігова В.І.**, канд. техн. наук, професор, СумДУ;

**Симоновський В.І.**, д-р техн. наук, професор, СумДУ;

**Склябінський В.І.**, д-р техн. наук, професор, СумДУ;

**Сьомін Д.О.**, д-р техн. наук, професор, СУНУ ім. В. Даля;

**Тарельник В.Б.**, д-р техн. наук, професор, СНАУ;

**Трофименко П.Є.**, канд. техн. наук, професор, СумДУ;

**Фінкельштейн З.Л.**, д-р техн. наук, професор, ДонДТУ;

**Ходаков В.Є.**, д-р техн. наук, професор, ХНТУ;

**Якуба О.Р.**, д-р техн. наук, професор, СНАУ

**Matsevityi Yu.M.**, Academician of NAS of Ukraine, Dr. Techn. Sci., professor, NMetAU;

**Mironovich L.M.**, Dr. of Chem. Sci., professor, Southwest State University, Kursk, Russia;

**Plyatsuk L.D.**, Dr. Techn. Sci., professor, SSU;

**Protsenko I.Yu.**, Dr. Phys.-Math. Sci., professor, SSU;

**Rodzi'evsky V.M.**, Dr. Techn. Sci., professor, Public Corporation "VNDI-compressormash";

**Samoylenko M.I.**, Dr. Techn. Sci., professor, Kharkov National Academy of Municipal Economy (KNAME);

**Sokolov O.Yu.**, Dr. Techn. Sci., professor, National Aerospace University 'KhAI';

**Sigova V.I.**, Cand. Tech. Sci., professor, SSU;

**Simonovsky V.I.**, Dr. Techn. Sci., professor, SSU;

**Sklabinsky V.I.**, Dr. Techn. Sci., professor, SSU;

**Syomin D.O.**, Dr. Techn. Sci., professor, the East Ukrainian National University named after V. Dahl;

**Tarelnik V.B.**, Dr. Techn. Sci., professor, Sumy National Agrarian University (SNAU);

**Trofimenko P.Ye.**, Cand. Tech. Sci., professor, SSU;

**Finkelshtein Z.L.**, Dr. Techn. Sci., professor, DonSTU;

**Khodakov V.Ye.**, Dr. Techn. Sci., professor, Kherson Technical University;

**Yakuba O.R.**, Dr. Techn. Sci., professor, SNAU

Журнал публікує статті, які містять нові теоретичні та практичні результати з прикладної гідроаеромеханіки, машинобудування та хімічних технологій, підготовлені професорсько-викладацьким складом, аспірантами, здобувачами університету та інших ВНЗ, а також вченими та спеціалістами інших наукових установ. Для викладачів ВНЗ, наукових працівників, аспірантів.

Рекомендовано до друку вченою радою  
Сумського державного університету,  
протокол № 4 від 21.11.2013 р.

Адреса редакційної колегії:

The address of the editorial board:

вул. Р.-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, 2, R.-Korsakova Str., Sumy, 40007,  
Україна Ukraine

Tel. (0542) 640-657

E-mail: [vestnik@nis.sumdu.edu.ua](mailto:vestnik@nis.sumdu.edu.ua)

<http://visnyk.sumdu.edu.ua>

Свідоцтво про реєстрацію КВ  
№ 12518-1402 ПР від 27. 04. 2007 р.

Президією ВАК України (постанова № 1-05/4  
від 14. 10. 2009 р.) журнал зареєстровано як  
наукове видання з технічних наук

© Сумський державний університет, 2013

Наукове видання  
**Вісник Сумського державного університету**

*Серія*  
*Технічні науки*

Науковий журнал

Стиль та орфографія авторів збережені

Редактор О.В. Сівцова  
Комп'ютерне складання та верстання С.В. Чечоткіної  
Художник-оформлювач Б.Л. М'якішев

Адреса редакційної колегії: 40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2.  
Тел. 64-06-57

E-mail: [vestnik@nis.sumdu.edu.ua](mailto:vestnik@nis.sumdu.edu.ua)  
<http://visnyk.sumdu.edu.ua>

---

Підписано до друку 17.12.2013. Формат 70x108/16.  
Папір офс. Друк офс.  
Ум. друк. арк. 17,32 . Обл.-вид. арк. 14,98.  
Наклад 100 пр. Замовлення № .  
Сумський державний університет. 40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
ДК № 3062 від 17.12.2007.  
Надруковано у друкарні СумДУ  
40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2.