

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Північно-Східний науковий центр  
Транспортної академії України

**ВІСНИК**

ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНЬОГО УНІВЕРСИТЕТУ

---

Збірник наукових праць

Випуск 86

Т. 1

**BULLETIN**

of

KHARKIV NATIONAL  
AUTOMOBILE AND HIGHWAY UNIVERSITY

---

Collection of Scientific Works

Issue 86

T. 1

Харків  
ХНАДУ  
2019

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

Головний редактор  
Заст. гол. редактора  
Помічник гол. редактора  
Відповідальний секретар

*Батракова Ангеліка Геннадіївна*  
*Гурко Олександр Геннадійович*  
*Смирнова Наталія Володимирівна*  
*Майстр Володимир Володимирович*

докт. техн. наук, доцент, завідувач кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, ХНАДУ  
докт. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, ХНАДУ  
докт. техн. наук, доцент, професор кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Бруля, ХНАДУ  
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів і хімії ім. М.І. Волкова, ХНАДУ

**Члени редколегії:**

*Туренко Анатолій Михайлович*  
*Богомолів Віктор Олександрович*  
*Клець Дмитро Михайлович*  
*Батюгін Юрій Вікторович*  
*Бугаєвський Сергій Олександрович*  
*Бондаренко Володимир Васильович*  
*Воложенко Володимир Опасійович*  
*Венцель Євген Сергійович*  
*Волков Володимир Петрович*  
*Воронков Олександр Іванович*  
*Вилкова Наталія Володимирівна*  
*Глушкова Діана Борисівна*  
*Горбачов Петро Федорович*  
*Дяченко Світлана Степанівна*  
*Жданюк Валерій Кузьмич*  
*Кіриченко Ігор Георгійович*  
*Клименко Валерій Іванович*  
*Колодійний Володимир Максимович*  
*Левтеров Андрій Іванович*  
*Подригаєло Михайло Абович*  
*Поліарус Олександр Васильович*  
*Нікітіна Тетяна Борисівна*  
*Сасніо Наталія Віталіївна*  
*Савенко Валерій Григорович*  
*Толмачов Сергій Михайлович*  
*Яковлєв Євген Григорович*  
*Вельчико Геннадій Володимирович*  
*Golovashchenko Sergey Fedorovich*  
*Hartmut Beckedahl*  
*Igoris Tiras*  
*Irenusz Zbicinski*  
*Laurinavicius Alfredas*  
*Mikhailenko Vladimir*  
*Prenkivskis Olegas*  
*Puodžiukas Virgudius*  
*Radovskiy Boris S.*  
*Roland Lachmayer*  
*Telatyev Bagdat Burkhanbauly*  
*Tyrsa Vira*  
*Sidi Mochammed Senouci*  
*Tropina Albina Albertovna*  
*Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich*

докт. техн. наук, професор, ректор, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, проректор з наукової роботи, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри фізики, ХНАДУ  
канд. техн. наук, доцент, декан дорожньо-будівельного факультету, ХНАДУ  
канд. пед. наук, доцент, професор кафедри філософії та педагогіки професійної підготовки, ХНАДУ  
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, професор кафедри будівельних та дорожніх машин ім. А.М. Холодова, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів ім. М.Я. Говорущенка, ХНАДУ  
докт. техн. наук, доцент, професор кафедри двигунів внутрішнього згоряння, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри екології, ХНАДУ  
докт. техн. наук, доцент, завідувач кафедри технології металів і матеріалознавства ім. О.М. Петриченка, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, професор-консультант кафедри технології машинобудування і ремонту машин, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів і хімії ім. М.І. Волкова, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри будівництва і експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Бруля, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, декан механічного факультету, ХНАДУ  
канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредероула, ХНАДУ  
докт. ф-м. наук, професор, професор кафедри інформатики і прикладної математики, ХНАДУ  
канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри інформатики і прикладної математики, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри технології машинобудування і ремонту машин, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри метрології і безпеки життєдіяльності, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри природничих і гуманітарних дисциплін, ХНАДУ  
докт. пед. наук, професор, завідувач кафедри іноземних мов, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри теоретичної механіки і гідравліки, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, професор технології дорожньо-будівельних матеріалів і хімії ім. М.І. Волкова, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор-консультант кафедри деталей машин та теорії механізмів і машин, ХНАДУ  
канд. техн. наук, головний конструктор СТ «Кредо-Діалог», Мінськ  
Ph.D., Technical Leader Manufacturing Research Department, Ford Research & Advanced Engineering Research and Innovation Center, USA  
Dr.-Ing, prof, Bergische Universität Wuppertal, Institute of Pavement Construction and Pavement Design, Germany  
Dr., Deputy Rector for International Academic Cooperation and Studies, Riga Technical University, Institute of Mechanics, Latvia  
Ph.D., prof., Department of heat and mass transfer, Technical University of Lodz, Poland  
Dr., prof., vice-rector, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania  
S. Dr., prof., Pusan National University, Plasma Research Center, Busan, South Korea  
Dr., prof., Dean of faculty of Transport engineering, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania  
Dr., assoc. prof., head of department of Roads, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania  
prof. consultant, Radnat Consulting, Irvine, United States  
Ph.D., Dr.-Ing, Leibniz Universität Hannover, Institute of product development, Germany  
Dr., prof., Kazakh Academy of Transport and Communications, Kazakhstan  
Dr., prof., Baja California Autonomous University, Mexico  
Ph.D., prof., Institut Supérieur Automobile et Transport, France  
Dr., prof., Texas A and M University, Department of Aerospace Engineering, United States  
prof., D. Sc., University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland

**EDITORIAL BOARD**

Editor-in-Chief  
Vice Editor-in-Chief  
Assistant of Editor-in-Chief  
Executive Secretary

*Batrakova Angelika Genadiivna*  
*Gurko Alexander Genadiyovich*  
*Smirnova Nataliya Volodymyrivna*  
*Maiistr Volodymyr Volodymyrovych*

DSi, Assoc. Prof., Head of the Department of Highway Design, Geodesy and Land Management, KhNAHU;  
DSi, Assoc. Prof., Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, KhNAHU;  
DSi, Assoc. Prof., Professor of the Department of Road Construction and Maintenance named after O. K. Brulia, KhNAHU;  
PhD, Assoc. Prof., Associate Professor of the Department of Technology of Road-Construction Materials and Chemistry named after M. I. Volkov, KhNAHU

**Editorial Board Members:**

*Turenko Anatolii Mykolaiovych*  
*Bogomolov Viktor Oksandrovych*  
*Klets Dmytro Mykhailovych*  
*Batygin Yuriy Viktorovich*  
*Bondarenko Volodymyr Vasylovych*  
*Byugayevskiy Segey Oksandrovych*  
*D'yachenko Svitlana Stepanivna*  
*Golovashchenko Sergey Fedorovich*  
*Innovation Center, USA;*  
*Hartmut Beckedahl*  
*Hlushkova Diana Borysivna*  
*Horbachov Petro Fedorovich*  
*Igoris Tiras*  
*Irenusz Zbicinski*  
*Klimenko Valerii Ivanovych*  
*Kolodyazhny Volodymyr Maksymovych*  
*Kirichenko Igor Heorhiiovych*  
*Laurinavicius Alfredas*  
*Levterov Andrii Ivanovich*  
*Mikhailenko Vladimir S.*  
*Nikitina Tatyana Borysivna*  
*Podriгаєло Mykhailo Abovych*  
*Poliarus Oksandr Vasylovych*  
*Prenkivskis Olegas*  
*Puodžiukas Virgudius*  
*Radovskiy Boris S.*  
*Roland Lachmayer*  
*Saenko Natalia Vitalivna*  
*Sidi Mochammed Senouci*  
*Solodov Valery Gryhorovich*  
*Telatyev Bagdat Burkhanbauly*  
*Tolmachov Serhii Mykolaiovych*  
*Tropina Albina Albertovna*  
*Tyrsa Vira*  
*Vobnychenko Volodymyr Oksiiiovych*  
*Velychko Hennadii Viktorovich*  
*Ventsel Yevhen Serhiiovych*  
*Vrukova Natalia Volodymyrivna*  
*Volkov Volodymyr Petrovych*  
*Voronkov Oksandr Ivanovich*  
*Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich*  
*Yanyutin Yevhen Gryhorovich*  
*Zhdanuk Valerii Kuzmiovych*  
*Zolotarev Viktor Oksandrovych*

DSi, Prof., Rector of KhNAHU;  
DSi, Prof., Vice-Rector for Research, KhNAHU;  
DSi, Prof., Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work, KhNAHU;  
DSi, Prof., Head of Physics Department, KhNAHU;  
PhD, Assoc. Prof., Professor of the Department of Philosophy and Pedagogy of Professional Training, KhNAHU;  
PhD, Assoc. Prof., Dean of Road-Construction Faculty, KhNAHU;  
DSi, Prof., Professor-Consultant of the Department of Mechanical Engineering Technologies and Motor Vehicle Repair, KhNAHU;  
PhD, Technical Leader of Manufacturing Research Department, Ford Research & Advanced Engineering Research and Innovation Center, USA;  
Dr.-Ing, Prof., Bergische Universität Wuppertal, Institute of Pavement Construction and Pavement Design, Germany;  
DSi, Assoc. Prof., Head of the Department of Metal Technology and Materials Science named after O. M. Petrychenko, KhNAHU;  
DSi, Prof., Head of the Department of Transport Systems and Logistics, KhNAHU;  
Dr., Deputy Rector for International Academic Cooperation and Studies, Riga Technical University, Institute of Mechanics, Latvia;  
PhD, Prof., Department of Heat and Mass Transfer, Technical University of Lodz, Poland;  
PhD, Prof., Head of the Department of Motor Vehicles named after A. B. Hredeskul, KhNAHU;  
DSi, Prof., Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, KhNAHU;  
DSi, Prof., Dean of Mechanical Faculty, KhNAHU;  
Dr., Prof., Vice-Rector, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;  
PhD, Prof., Head of the Department of Informatics and Applied Mathematics, KhNAHU;  
Dr., Prof., Pusan National University, Plasma Research Center, Busan, South Korea;  
DSi, Prof., Head of the Department of Natural Sciences and Humanities, KhNAHU;  
DSi, Prof., Head of the Department of Mechanical Engineering Technologies and Motor Vehicle Repair, KhNAHU;  
DSi, Prof., Head of the Department of Metrology and Safety of Human Vital Activities, KhNAHU;  
Dr., Prof., Dean of Faculty of Transport Engineering, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;  
Dr., Assoc. Prof., Head of the Department of Roads, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;  
Prof. Consultant, Radnat Consulting, Irvine, United States;  
PhD, Dr.-Ing, Leibniz Universität Hannover, Institute of Product Development, Germany;  
DSi, Prof., Head of the Department of Foreign Languages, KhNAHU;  
PhD, Prof., Institut Supérieur Automobile et Transport, France;  
DSi, Prof., Head of the Department of Theoretical Mechanics and Hydraulics, KhNAHU;  
Dr., Prof., Kazakh Academy of Transport and Communications, Kazakhstan;  
DSi, Prof., Professor of the Department of Technology of Road-Construction Materials and Chemistry named after M. I. Volkov, KhNAHU;  
Dr., Prof., Texas A and M University, Department of Aerospace Engineering, United States;  
PhD, Prof., Baja California Autonomous University, Mexico  
PhD, Assoc. Prof., Associate Professor of Transport Technologies Department, KhNAHU;  
PhD, Chief designer of «Credo-Dialogue», Minsk;  
DSi, Prof., Professor of the Department of Construction and Road Machines named after A. M. Kholodov, KhNAHU;  
DSi, Prof., Professor of the Department of Ecology, KhNAHU;  
DSi, Prof., Head of the Department of Motor Vehicle Repair and Maintenance named after M. Ya. Hovorushchenko, KhNAHU;  
DSi, Assoc. Prof., Professor of the Department of Internal Combustion Engines, KhNAHU;  
Prof., D.Sci, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland;  
DSi, Prof., Professor-Consultant of the Department of Machine Components and Theory of Machines and Mechanisms, KhNAHU;  
DSi, Prof., Head of the Department of Road Construction and Maintenance named after O. K. Brulia, KhNAHU;  
DSi, Prof., Head of the Department of Technology of Road-Construction Materials and Chemistry named after M. I. Volkov, KhNAHU.

**«Вісник ХНАДУ»**

- Входить до затвердженого ДАК Переліку наукових професійних видань України, в яких можуть бути опубліковані результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.
- Реферується українським реферативним журналом «Джерело» і входить до загальнодержавної реферативної бази даних «Україніка наукова» (Україна).
- Включений до міжнародних наукометричних баз даних:
  - Index Copernicus (Польща);
  - Scholar Google.