

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 84

**BULLETIN**

of

KHARKIV NATIONAL  
AUTOMOBILE AND HIGHWAY UNIVERSITY

---

Collection of Scientific Works

Issue 84

Харків  
ХНАДУ  
2019

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

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

**Батракова Анжеліка Геннадіївна**  
**Гурко Олександр Геннадійович**  
**Смирнова Наталія Володимирівна**  
**Малир Володимир Володимирович**

**Члени редколегії:**

**Турченко Анатолій Михайлович**  
**Возомілов Віктор Олександрович**  
**Клець Дмитро Михайлович**  
**Баталін Юрій Вікторович**  
**Булавський Сергій Олександрович**  
**Бондаренко Володимир Васильович**  
**Володимир Володимир Олександрович**  
**Венцель Євген Сергійович**  
**Валков Володимир Петрович**  
**Воронков Олександр Іванович**  
**Глушкова Діана Борисівна**  
**Горбачов Петро Федорович**  
**Діаченко Світлана Степанівна**  
**Золотарев Віктор Олександрович**  
**Жданюк Валерій Кузьмич**  
**Кирченко Ігор Сергійович**  
**Клименко Валерій Іванович**  
**Колодійський Володимир Максимович**  
**Лепетер Андрій Іванович**  
**Подригало Михайло Абсолютович**  
**Поліарус Олександр Васильович**  
**Нікітіна Тетяна Борисівна**  
**Сасієнко Наталія Віталіївна**  
**Солодов Валерій Григорович**  
**Толмачов Сергій Михайлович**  
**Явчунік Валерій Іванович**  
**Валков Олександр Вікторович**  
**Golovyschenko Sergey Fedorovich**  
**Hartmut Beckedahl**  
**Igoris Tigrans**  
**Irenausz Zbicinski**  
**Laurinavicius Alfredas**  
**Mikhailenko Vladimir S.**  
**Prentkovichs Olegas**  
**Pucziukas Virgautas**  
**Radovskiy Boris S.**  
**Roland Lachmeyer**  
**Telleyev Bagdat Burkhanbauly**  
**Tyrsa Vira**  
**Sidi Mochammed Sanouci**  
**Tropina Albina Albertovna**  
**Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich**

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

докт. техн. наук, професор, ректор, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, проєктор з наукової роботи, ХНАДУ  
докт. техн. наук, професор, проєктор 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. Холодцова, 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 міжнечного факультету, ХНАДУ  
канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредероуга, ХНАДУ  
докт. фін. 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-консультант кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії ім. М.І. Волкова, ХНАДУ  
канд. техн. наук, головний конструктор СП «Корс-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., vice-rector, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania  
S. Dr., prof., Pusan National University, Plasma Research Center, Busan, South Korea  
Dr., assos 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

**Batrkova Angelika Gennadiivna**  
**Gurko Alexander Gennadiyovich**  
**Smirnova Natalia Vladymyrovna**  
**Maliar Volodymyr Volodymyrovych**

DSa, Assoc. Prof., Head of the Department of Highway Design, Geodesy and Land Management, KhNAHU.  
DSa, Assoc. Prof., Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, KhNAHU.  
Dsa, Assoc. Prof., Professor of the Department of Road Construction and Maintenance named after O. K. Birulia, 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**  
**Vozomolov Viktor Oksandrovych**  
**Klets Dmytro Mykhailovych**  
**Batysin Yuriy Viktorovich**  
**Bondarenko Volodymyr Vasylovych**  
**Dyachyevskiy Segey Oksandrovych**  
**Dyachenko Svitlana Stepanivna**  
**Golovyschenko Sergey Fedorovich**  
**Innovation Center, USA**  
**Hartmut Beckedahl**  
**Hushkova Diana Borysivna**  
**Horbachov Petro Fedorovich**  
**Igoris Tigrans**  
**Irenausz Zbicinski**  
**Klimenko Valerii Ivanovych**  
**Kolodiyshny Volodymyr Maksymovych**  
**Kirichenko Igor Heorhiyovych**  
**Laurinavicius Alfredas**  
**Lavtarov Andrii Ivanovich**  
**Mikhailenko Vladimir S.**  
**Nikitina Tatyana Borysivna**  
**Podrihalo Mykhailo Absovych**  
**Poliarus Oksandr Vasylovych**  
**Prentkovichs Olegas**  
**Pucziukas Virgautas**  
**Radovskiy Boris S.**  
**Roland Lachmeyer**  
**Saionko Natalia Vitaliivna**  
**Sidi Mochammed Sanouci**  
**Solodov Valery Gyhorovych**  
**Telleyev Bagdat Burkhanbauly**  
**Tolmachov Serhiy Mykolaiovych**  
**Tropina Albina Albertovna**  
**Tyrsa Vira**  
**Vobovychenko Volodymyr Oksaiiovych**  
**Velychko Hennadii Viktorovich**  
**Venbel Yevhen Serhiiovych**  
**Vrukova Nataliya Volodymyrivna**  
**Volkov Volodymyr Petrovych**  
**Voronkov Oksandr Ivanovych**  
**Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich**  
**Yanvulin Yevhen Gyhorovych**  
**Zhdanuk Valerii Kuzrovych**  
**Zolotarev Viktor Oksandrovych**

DSa, Prof., Rector of KhNAHU;  
DSa, Prof., Vice-Rector for Research, KhNAHU;  
DSa, Prof., Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work, KhNAHU;  
DSa, 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;  
DSa, 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  
DSa, Assoc. Prof., Head of the Department of Metal Technology and Materials Science named after O. M. Petrychenko, KhNAHU;  
DSa, 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. Hiedeski, KhNAHU;  
DSa, Prof., Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, KhNAHU;  
DSa, 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;  
DSa, Prof., Head of the Department of Natural Sciences and Humanities, KhNAHU;  
DSa, Prof., Head of the Department of Mechanical Engineering Technologies and Motor Vehicle Repair, KhNAHU;  
DSa, 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;  
DSa, Prof., Head of the Department of Foreign Languages, KhNAHU;  
PhD Prof., Institut Supérieur Automobile et Transport, France;  
DSa, Prof., Head of the Department of Theoretical Mechanics and Hydraulics, KhNAHU;  
Dr., Prof., Kazakh Academy of Transport and Communications, Kazakhstan;  
DSa, 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, Assoc. Prof., Baja California Autonomous University, Mexico  
PhD, Assoc. Prof., Associate Professor of Transport Technologies Department, KhNAHU;  
PhD, Chief designer of «Credo-Dialogue», Minsk;  
DSa, Prof., Professor of the Department of Construction and Road Machines named after A. M. Kholodov, KhNAHU;  
Dsa, Prof., Professor of the Department of Ecology, KhNAHU;  
DSa, Prof., Head of the Department of Motor Vehicle Repair and Maintenance named after M. Ya. Hovorushchenko, KhNAHU;  
DSa, Assoc. Prof., Professor of the Department of Internal Combustion Engines, KhNAHU;  
Prof., DSA, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland;  
DSa, Prof., Professor-Consultant of the Department of Machines Components and Theory of Machines and Mechanisms, KhNAHU;  
DSa, Prof., Head of the Department of Road Construction and Maintenance named after O. K. Birulia, KhNAHU;  
DSa, 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.