

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 87

BULLETIN

of

KHARKIV NATIONAL
AUTOMOBILE AND HIGHWAY UNIVERSITY

Collection of Scientific Works

Issue 87

Харків
ХНАДУ
2019

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

Батракова Ангеліка Геннадіївна
Гурко Олександр Геннадійович
Смірнова Наталія Володимирівна
Березина Катерина Вікторівна

Члени редколегії:

Туренко Анатолій Миколайович
Богомолос Віктор Олександрович
Клець Дмитро Михайлович
Батюгін Юрій Вікторович
Бугаєвський Сергій Олександрович
Бондаренко Володимир Васильович
Возняченко Володимир Олексійович
Венцель Євген Сергійович
Волков Володимир Петрович
Воронков Олександр Іванович
Внукова Наталія Володимирівна
Глушкова Діана Борисівна
Гурбачов Петро Федорович
Дяченко Світлана Степанівна
Жданюк Валерій Кузьмович
Кириченко Ігор Гергійович
Клименко Валерій Іванович
Колодзкий Володимир Максимович
Левтеров Андрій Іванович
Подригаєло Михайло Абонович
Поліарус Олександр Васильович
Нікітіна Тетяна Борисівна
Сасенко Наталія Віталіївна
Солодов Валерій Григорович
Толмачов Сергій Миколайович
Вельчико Євген Григорович
Величко Геннадій Вікторович
Golovashchenko Sergey Fedorovich
Hartmut Beckedahl
Igors Tipans
Irenusz Zbicinski
Laurinavicius Alfredas
Mikhailenko Vladimir
Prentkovskis Olegas
Puodzikas Virgudius
Radovskiy Boris S.
Roland Lachmayer
Teltayev Bagdat Burkhanbauly
Tyrsa Vira
Sidi Mochammed Senouci
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. Брулія, ХНАДУ
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки, ХНАДУ

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. Брулія, ХНАДУ
докт. техн. наук, професор, декан механічного факультету, ХНАДУ
канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула, 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 Gennadiivna
Gurko Alexander Gennadiyovich
Smirnova Nataliya Volodymyrivna
Berezina Kateryna Viktorivna

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. Briulia, KhNAHU;
PhD, Assoc. Prof., Professor of Department of Bridges, Constructions and Building Mechanics, KhNAHU

Editorial Board Members:

Turenko Anatolii Mykolaiovych
Bogomolov Viktor Oksandrovych
Klets Dmytro Mykhailovych
Batygin Yurii Viktorovich
Bondarenko Volodymyr Vasylovych
Bugayevskiy Segey Oksandrovych
D'yachenko Svitlana Stepanivna
Golovashchenko Sergey Fedorovich
Innovation Center, USA;
Hartmut Beckedahl
Hlushkova Diana Borysivna
Horbachov Petro Fedorovich
Igors Tipans
Irenusz Zbicinski
Klimenko Valerii Ivanovych
Kolodzyzhny Volodymyr Maksymovych
Kirichenko Igor Heorhiiovych
Laurinavicius Alfredas
Levtarov Andrii Ivanovich
Mikhailenko Vladimir S.
Nikitina Tatyana Borysivna
Podrigalo Mykhailo Abovych
Poliarus Oksandr Vasylovych
Prentkovskis Olegas
Puodzikas Virgudius
Radovskiy Boris S.
Roland Lachmayer
Saenko Nataliia Vitaliivna
Sidi Mochammed Senouci
Solodov Valery Gryhorovich
Teltayev Bagdat Burkhanbauly
Tolmachov Serhii Mykolaiovych
Tropina Albina Albertovna
Tyrsa Vira
Vdovychenko Volodymyr Oksiiiovych
Velychko Hennadii Viktorovich
Ventsel Yevhen Serhiiovych
Vnuкова Nataliia 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

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., DSi, 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. Briulia, 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.