

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 90

BULLETIN

of
KHARKIV NATIONAL
AUTOMOBILE AND HIGHWAY UNIVERSITY

Collection of Scientific Works

Issue 90

Харків
ХНАДУ
2020

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор	Батракова Анжеліка Геннадіївна	докт. техн. наук, доцент, завідувач кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, ХНАДУ
Заст. гол. редактора	Гурко Олександр Геннадійович	докт. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, ХНАДУ
Помічник гол. редактора	Смирнова Наталія Володимирівна	докт. техн. наук, доцент, професор кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Бірюля, ХНАДУ
Відповідальний секретар	Бережна Катерина Вікторівна	канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри мостів, конструкції та будівельної механіки, ХНАДУ
Члени редколегії:		
Туренко Анатолій Миколайович	докт. техн. наук, професор, ректор, ХНАДУ	
Богомолов Віктор Олександрович	докт. техн. наук, професор, проректор з наукової роботи, ХНАДУ	
Клець Дмитро Михайлович	докт. техн. наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи, ХНАДУ	
Батюгін Юрій Вікторович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри фізики, ХНАДУ	
Бугаєвський Сергій Олександрович	канд. техн. наук, доцент, декан дорожньо-будівельного факультету, ХНАДУ	
Бондаренко Володимир Васильович	канд. пед. наук, доцент, професор кафедри філософії та педагогіки професійної підготовки, ХНАДУ	
Вдовиченко Володимир Олексійович	канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій, ХНАДУ	
Венцель Євген Сергійович	докт. техн. наук, професор, професор кафедри будівельних та дорожніх машин ім. А.М. Холодова, ХНАДУ	
Волков Володимир Петрович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів ім. М.Я. Говорушченка, ХНАДУ	
Воронков Олександр Іванович	докт. техн. наук, доцент, професор кафедри двигунів внутрішнього згоряння, ХНАДУ	
Внукова Наталія Володимирівна	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри екології, ХНАДУ	
Глушкова Діана Борисівна	докт. техн. наук, доцент, завідувач кафедри технології металів і матеріалознавства ім. О.М. Петриченка, ХНАДУ	
Горбачов Петро Федорович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики, ХНАДУ	
Діянченко Світлана Степанівна	докт. техн. наук, професор, професор-консультант кафедри технології машинобудування і ремонту машин, ХНАДУ	
Золотарьов Віктор Олександрович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів і ліміт ім. М.І. Волкова, ХНАДУ	
Жданюк Валерій Кузьмович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри будівництва і експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Бірюля, ХНАДУ	
Кириченко Ігор Георгійович	докт. техн. наук, професор, декан механічного факультету, ХНАДУ	
Клименко Валерій Іванович	канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула, ХНАДУ	
Кожушко Віталій Петрович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри мостів, ХНАДУ	
Колодязний Володимир Максимович	докт. ф-м. наук, професор, професор кафедри інформатики і прикладної математики, ХНАДУ	
Лелерев Андрій Іванович	канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри інформатики і прикладної математики, ХНАДУ	
Подригало Михайло Абович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри технології машинобудування і ремонту машин, ХНАДУ	
Поліжко Олександр Васильович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри метрології і безпеки життєдіяльності, ХНАДУ	
Нікітіна Татяна Борисівна	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри природничих і гуманітарних дисциплін, ХНАДУ	
Сасіно Наталія Віталіївна	докт. пед. наук, професор, завідувач кафедри іноземних мов, ХНАДУ	
Солодов Валерій Григорович	докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри теоретичної механіки і гідравліки, ХНАДУ	
Толмачов Сергій Миколайович	докт. техн. наук, професор, професор технології дорожньо-будівельних матеріалів і ліміт ім. М.І. Волкова, ХНАДУ	
Явчун Євген Григорович	докт. техн. наук, професор-консультант кафедри деталей машин та теорії механізмів і машин, ХНАДУ	
Валченко Геннадій Вікторович	канд. техн. наук, головний конструктор СП «Кредо-Діалог», Мінськ	
Головашченко Sergey Fedorovich	Ph.D., Technical Leader Manufacturing Research Department, Ford Research & Advanced Engineering Research and Innovation Center, USA	
Hartmut Beckedahl	Dr.-Ing. prof. Bergische Universität Wuppertal, Institute of Pavement Construction and Pavement Design, Germany	
Igors Tīpans	Dr., Deputy Rector for International Academic Cooperation and Studies, Riga Technical University, Institute of Mechanics, Latvia	
Irenusz Zbiczinski	Ph.D., prof., Department of heat and mass transfer, Technical University of Lodz, Poland	
Laurinavicius Alfredas	Dr., prof., vice-rector, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania	
Mikhailenko Vladimir	S. Dr., prof., Pusan National University, Plasma Research Center, Busan, South Korea	
Prenkoviškis Olegas	Dr., prof., Dean of faculty of Transport engineering, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania	
Puodžiukas Virgaudas	Dr., assoc. prof., head of department of Roads, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania	
Radovskiy Boris S.	prof. consultant, Radnat Consulting, Irvine, United States	
Roland Lachmayer	Ph.D., Dr.-Ing. Leibniz Universität Hannover, Institute of product development, Germany	
Teltayev Bagdat Burkhanbailuy	Dr., prof., Kazakh Academy of Transport and Communication, Kazakhstan	
Tyrsa Vira	Dr., prof., Baja California Autonomous University, Mexico	
Sidi Mochammed Senouci	Ph.D., prof., Institut Supérieur Automobile et Transport, France	
Tropina Albina Albertovna	Dr., prof., Texas A and M University, Department of Aerospace Engineering, United States	
Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich	prof., D. Sc., University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland.	

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief	Batrakova Angelika Gennadiivna	DSci, Assoc. Prof., Head of the Department of Highway Design, Geodesy and Land Management, KhNAHU,
Vice Editor-in-Chief	Gurko Alexander Gennadiyovich	DSci, Assoc. Prof., Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, KhNAHU;
Assistant of Editor-in-Chief	Smirnova Natalia Volodymyrivna	DSci, Assoc. Prof., Professor of the Department of Road Construction and Maintenance named after O. K. Birulya, KhNAHU;
Executive Secretary:	Berezna Kateryna Viktorivna	PhD, Assoc. Prof., Professor of Department of Bridges, Constructions and Building Mechanics, KhNAHU

Editorial Board Members:

Turenko Anatolii Mykolaiovych	DSci, Prof., Rector of KhNAHU;
Bogomolov Viktor Oleksandrovych	DSci, Prof., Vice-Rector for Research, KhNAHU;
Klets Dmytro Mykhailovych	DSci, Prof., Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work, KhNAHU;
Batygin Yuriy Viktorovich	DSci, Prof., Head of Physics Department, KhNAHU;
Bondarenko Volodymyr Vasylovych	PhD, Assoc. Prof., Professor of the Department of Philosophy and Pedagogy of Professional Training, KhNAHU;
Bugayevskiy Segey Oleksandrovych	PhD, Assoc. Prof., Dean of Road-Construction Faculty, KhNAHU;
Dyachenko Svitlana Stepanivna	DSci, Prof., Professor Consultant of the Department of Mechanical Engineering Technologies and Motor Vehicle Repair, KhNAHU;
Golovashchenko Sergey Fedorovich	PhD, Technical Leader of Manufacturing Research Department, Ford Research & Advanced Engineering Research and Innovation Center, USA;
Hartmut Beckedahl	Dr.-Ing. Prof., Bergische Universität Wuppertal, Institute of Pavement Construction and Pavement Design, Germany;
Hushkova Diana Borysivna	DSci, Assoc. Prof., Head of the Department of Metal Technology and Materials Science named after O. M. Petrychenko, KhNAHU;
Horbachov Petro Fedorovich	DSci, Prof., Head of the Department of Transport Systems and Logistics, KhNAHU;
Igors Tīpans	Dr., Deputy Rector for International Academic Cooperation and Studies, Riga Technical University, Institute of Mechanics, Latvia;
Irenusz Zbiczinski	PhD, Prof., Department of Heat and Mass Transfer, Technical University of Lodz, Poland;
Klimenko Valerii Ivanovych	PhD, Prof., Head of the Department of Motor Vehicles named after A. B. Hredeskul, KhNAHU;
Kozhushko Vitalii Petrovich	DSci, Prof., Head of Bridges, Constructions, Construction mechanisms Department, KhNAHU;
Kolodyazhny Volodymyr Maksymovych	DSci, Prof., Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, KhNAHU;
Kirichenko Igor Heorhiovych	DSci, Prof., Dean of Mechanical Faculty, KhNAHU;
Laurinavicius Alfredas	Dr., Prof., Vice-Rector, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;
Leverov Andrii Ivanovich	PhD, Prof., Head of the Department of Informatics and Applied Mathematics, KhNAHU;
Mikhailenko Vladimir S.	Dr., Prof., Pusan National University, Plasma Research Center, Busan, South Korea;
Nikitina Tatyana Borysivna	DSci, Prof., Head of the Department of Natural Sciences and Humanities, KhNAHU;
Podrigalo Mykhailo Abovych	DSci, Prof., Head of the Department of Mechanical Engineering Technologies and Motor Vehicle Repair, KhNAHU;
Poliarus Oleksandr Vasylovych	DSci, Prof., Head of the Department of Metrology and Safety of Human Vital Activities, KhNAHU;
Prenkoviškis Olegas	Dr., Prof., Dean of Faculty of Transport Engineering, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;
Puodžiukas Virgaudas	Dr., Assoc. Prof., Head of the Department of Roads, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;
Radovskiy Boris S.	Prof. Consultant, Radnat Consulting, Irvine, United States;
Roland Lachmayer	PhD, Dr.-Ing. Leibniz Universität, Hannover, Institute of Product Development, Germany;
Saeniko Nataliai Vitaliivna	DSci, Prof., Head of the Department of Foreign Languages, KhNAHU;
Sidi Mochammed Senouci	PhD, Prof., Institut Supérieur Automobile et Transport, France;
Solodov Valery Gryhorovych	DSci, Prof., Head of the Department of Theoretical Mechanics and Hydraulics, KhNAHU;
Teltayev Bagdat Burkhanbailuy	Dr., Prof., Kazakh Academy of Transport and Communication, Kazakhstan;
Tolmachov Serhii Mykolaiovych	DSci, Prof., Professor of the Department of Technology of Road-Construction Materials and Chemistry named after M. I. Volkov, KhNAHU;
Tropina Albina Albertovna	Dr., Prof., Texas A and M University, Department of Aerospace Engineering, United States;
Tyrsa Vira	PhD., Prof., Baja California Autonomous University, Mexico
Vdovychenko Volodymyr Olesiiovych	PhD, Assoc. Prof., Associate Professor of Transport Technologies Department, KhNAHU;
Velychko Hennadii Viktorovich	PhD, Chief designer of «Credo-Dialogue», Minsk;
Ventsel Yevhen Serhiiovych	DSci, Prof., Professor of the Department of Construction and Road Machines named after A. M. Kholodov, KhNAHU;
Vnuкова Nataliai Volodymyrivna	DSci, Prof., Professor of the Department of Ecology, KhNAHU;
Volkov Volodymyr Petrovych	DSci, Prof., Head of the Department of Motor Vehicle Repair and Maintenance named after M. Ya. Hovorushchenko, KhNAHU;
Voronkov Oleksandr Ivanovych	DSci, Assoc. Prof., Professor of the Department of Internal Combustion Engines, KhNAHU;
Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich	Prof., DSci, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland;
Yanyutin Yevhen Gryhorovych	DSci, Prof., Professor Consultant of the Department of Machine Components and Theory of Machines and Mechanisms, KhNAHU;
Zhdanyuk Valerii Kuzmovych	DSci, Prof., Head of the Department of Road Construction and Maintenance named after O. K. Birulya, KhNAHU;
Zolotarev Viktor Oleksandrovych	DSci, 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.