

АНОТАЦІЯ

Голота Олександр Олександрович. Дослідження режимів роботи системи керування шляховою структурою натурної моделі магнітолевітаційного транспорту. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 – Транспортні технології (за видами). – Український державний університет науки і технологій, Дніпро, 2025.

Дисертація присвячена питанням дослідження режимів роботи системи керування шляховою структурою натурної моделі магнітолевітаційного транспорту. В даній роботі під визначенням «шляхова структура» мається на увазі саме тягові електромагніти, які забезпечують реалізацію на стенді такі режими роботи – левітацію та тягу екіпажу натурної моделі магнітолевітаційного транспорту.

Робота охоплює як теоретичний, так і практичний аспект дослідження систем керування високошвидкісних наземних транспортних систем.

Магнітолевітаційний транспорт є однією з найперспективніших технологій високошвидкісного руху. Будучи різновидом високошвидкісного транспорту, магнітолевітаційний транспорт, має потенціал суттєво змінити перевезення пасажирів і вантажів порівняно з традиційними високошвидкісними залізницями за рахунок відсутності контакту колеса з рейкою. Цей фактор дає можливість забезпечити вищі експлуатаційні швидкості, менший знос елементів інфраструктури, нижчий рівень шуму та вібрацій, а також підвищену плавність руху. Для пасажирських перевезень це означає скорочення часу в дорозі на середніх дистанціях і конкурентоспроможність з авіаційним транспортом, а для вантажних – можливість швидкої доставки вантажів із високою енергоефективністю. На сьогодні в світі введено в експлуатацію декілька ділянок цього виду транспорту. Shanghai Maglev (Китай) протяжністю приблизно 30 км, що з'єднує аеропорт Пудун із містом, та Linimo (Японія) – міська лінія довжиною близько 9 км. Крім того, реалізовані дослідні або випробувальні ділянки,

включно з проектами SCMaglev у Японії, що демонструють можливості досягнення швидкостей понад 500 км/год. Проте будівництво повномасштабних дослідних ділянок є дороговартісним та складним процесом, що обмежує широке впровадження технології на національних мережах транспортних систем.

Існуючі магнітолевітаційні технології базуються переважно на довгих секціях живлення та централізованих системах керування, що ускладнює експериментальні дослідження, адаптацію режимів роботи та впровадження нових алгоритмів керування.

Важливим етапом досліджень у цій галузі є натурне моделювання та створення експериментальних стендів, що дає змогу відтворювати основні процеси взаємодії між екіпажем і шляховими котушками, досліджувати їх електромагнітні параметри, перевіряти алгоритми керування та оцінювати динаміку перехідних процесів. Застосування такого підходу забезпечує можливість ефективного випробування сучасної елементної бази та формує передумови для подальшого вдосконалення магнітолевітаційних транспортних технологій і їх впровадження у повномасштабних системах нового покоління.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки науково обґрунтованих режимів керування натурною моделлю магнітолевітаційного транспортного засобу та відповідних систем керування, здатних забезпечити стабільний рух і високу швидкість при магнітній левітації.

Результатом роботи досліджуваної системи керування є визначення діапазонів просторових кутів для подачі керуючих імпульсів на шляхові котушки натурального стенду магнітолевітаційного транспорту.

Робота в тематиці досліджень магнітолевітаційного транспорту та систем керування електротранспортом проводилась як українськими вченими, так і закордонними. Серед вітчизняних науковців визначаються праці Васильєва С. В., Дзензерського В. О., Омеляненка В. І., Плаксина С. В., Погорілої Л. М., Матіна В. І., Устименка Д. В., Хвороста М. В., Циценкова Д. В., Шкіля Ю. В., Серед закордонних вчених вагомий внесок зробили Antunez S., Carabelli S., Carcasi G., Danby G. T., Delprete C., Eric R.

Laithwaite, Felez J., Fontana R., Fukase S., Genta G., Gopi R. S., Liang H., Lichtenberg A., Muzzarelli M., Nocita A., Panneerselvam K., Parrotta L. A., Portillo D., Powell J. R., Schultz-Wildelau M., Srinivasan S., Vaquero-Serrano M. A., Wang Y., Weihua Zhang, Wiesman R., Yang H., Zhou B., Zigang Deng та інші.

На першому етапі роботи було здійснено аналіз сучасного стану розвитку магнітолевітаційного транспорту у світі. Показано, що Японія, Китай і Німеччина досягли значних успіхів у створенні маглев-систем, які вже функціонують на пасажирських маршрутах. Водночас окреслено основні проблеми: висока вартість інфраструктури, складність енергопостачання та потреба в надійних системах керування. Розглянуто основні типи систем підвіски – електромагнітну (EMS) та електродинамічну (EDS), їхні переваги й обмеження.

В другому розділі роботи було визначено та запропоновано принципи можливих алгоритмів керування натурною моделлю, а саме послідовний, паралельний, комбінований. Було виконане імітаційне моделювання та отримано нові залежності, що дозволили визначити часові характеристики перехідного процесу натурної моделі тягового модуля. За допомогою програмного забезпечення Scilab проведено моделювання роботи дослідної схеми блоку розподілення енергії та отримано графіки перехідних процесів для різного типу керування шляховим модулем: послідовне, паралельне, комбіноване. Розроблено інструмент для комп'ютерного моделювання блока розподілення енергії, який надалі можна застосовувати для розв'язання інших задач, пов'язаних із розробкою енергоустановки шляхової структури високошвидкісного магнітолевітаційного транспорту.

Третій розділ присвячено створенню експериментального натурального стенду та дослідженню параметрів шляхових котушок. Створений стенд характеризується наявними габаритами, що і визначило його структуру, яка складається з 40 модулів, що поділені на 8 секцій. Кожен шляхових модуль має по 2 шляхові котушки з зовнішньої та внутрішньої сторони. Оскільки, ключовим

елементом натурального стенду є шляхова котушка, то постає завдання в виборі необхідних параметрів та досліджень її властивостей. Визначено, що для перевірки закономірностей розподілу значень реактивного опору шляхових котушок при різних конструктивних параметрах доцільно застосовувати експериментальні дослідження. У цьому розділі запропоновано принцип секційної модульної системи керування рухом екіпажу натурної моделі. Вона базується на використанні шляхових модулів, що можуть працювати у різних режимах, які можуть бути задані програмно, наприклад, з використанням мікроконтролерів Arduino. Дослідження значень реактивного опору шляхових котушок дозволило встановити їх залежності від різних параметрів (діаметр проводу, кількість витків) та провести обґрунтований вибір раціональних параметрів шляхової котушки для натурального стенду.

Четвертий розділ присвячено експериментальному дослідженню шляхових модулів в режимі неробочого ходу. Оскільки, натурний стенд подібний за принципом дії лінійному синхронному двигуну має та є оберненим, тобто досліджуючи його в режимі «генератор», можливо визначити і показники режим «двигун», а саме моменти найбільшої реалізації електрорушійної сили. Отримані результати є вихідними для обґрунтування позиціонування екіпажу натурального стенду. Показано, що для відтворення динамічних режимів руху необхідно забезпечити точну комутацію шляхових модулів. Для цього було використано енкодер та датчик Холла, які дозволяють визначати положення й координати екіпажу в реальному часі. Аналіз отриманих осцилограм неробочого ходу дозволив прогнозувати раціональні моменти часу для комутації шляхових модулів в режимі тяги.

Метою дисертації є визначення діапазонів просторових кутів положення екіпажу для подачі сигналів керування на шляхову котушку натурної моделі магнітолевітаційного транспорту, які б дозволили реалізувати режим тяги та левітації.

Наукова новизна дослідження полягає:

1) Вперше проведено експериментальне визначення реактивного опору наявних прототипів шляхових котушок для натурної моделі магнітолевітаційного транспорту, що створило передумови для проведення подальшого моделювання режимів роботи системи керування натурної моделі.

2) Експериментальні дослідження натурального стенду в режимі неробочого ходу дозволили вперше визначити діапазони просторових кутів положення екіпажу для подачі сигналів керування на шляхову котушку натурної моделі магнітолевітаційного транспорту, які б дозволили реалізувати режим тяги та левітації.

3) Отримано часові залежності споживання струму від джерела живлення для різних режимів роботи системи керування шляховою структурою при різних сигналах керування: послідовний, паралельний, комбінований, що створює передумови для оцінки енергетичної ефективності системи.

Практичними результатами є:

1) Створення натурної моделі магнітолевітаційного транспорту з модульною структурою, яка дозволяє досліджувати електромагнітну взаємодію шляхових модулів з екіпажем в умовах, наближених до реальних.

2) Розробка системи позиціонування натурального стенду магнітолевітаційного транспорту, яка дозволяє виконувати подачу сигналів керування на шляхову котушку натурної моделі магнітолевітаційного транспорту.

3) Розроблено інструмент для комп'ютерного моделювання блока розподілення енергії, який надалі можна застосовувати для розв'язання інших задач, пов'язаних із розробкою енергоустановки шляхової структури високошвидкісного магнітолевітаційного транспорту.

Результати роботи створюють підґрунтя для подальших досліджень та розробки експериментально-дослідних натурних моделей, щоб отримати нові співвідношення та характеристики, які дозволять підтвердити ефективність і працездатність нового принципу керування рухом магнітоплану.

Отримані результати мають прикладне значення для розвитку магнітолевітаційного транспорту. Вони дозволяють уточнити параметри котушок шляхових модулів, вдосконалити системи керування та позиціонування натурних стендів й забезпечити основу для масштабування отриманих технічних рішень.

Ключові слова: магнітолевітаційний транспорт, лінійний двигун, шляховий модуль, натурний стенд, постійні магніти, шляхові котушки, система керування, керування рухом, керування процесом, позиціонування екіпажу, електромеханічні характеристики, магнітна індукція, алгоритм керування, режими роботи, неробочий хід.

ABSTRACT

Holota Oleksandr Oleksandrovych. Research on the operating modes of the track structure control system of physical model of magneto-levitation transport. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty 275 - Transport technologies (on kinds). - Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, 2025.

The dissertation is devoted to the issues of studying the operating modes of the track structure control system of a physical model of maglev transport. In this work, the definition of “track structure” refers to traction electromagnets that ensure the implementation of the following operating modes on the stand - levitation and crew traction of a physical model of maglev transport.

The work covers both the theoretical and practical aspects of studying control systems for high-speed ground transport systems.

Maglev transport is one of the most promising technologies for high-speed movement. Being a type of high-speed transport, maglev transport has the potential to significantly change the transportation of passengers and cargo compared to traditional high-speed railways due to the absence of wheel-rail contact. This factor makes it possible to provide higher operating speeds, less wear and tear on infrastructure elements, lower noise and vibration levels, and increased smoothness of movement. For passenger transport, this means reducing travel times over medium distances and competitiveness with air transport, and for freight – the possibility of fast delivery of goods with high energy efficiency. Today, several sections of this type of transport have been put into operation in the world. Shanghai Maglev (China) with a length of about 30 km, connecting Pudong Airport with the city, and Linimo (Japan) – an urban line about 9 km long. In addition, experimental or test sections have been implemented, including SCMaglev projects in Japan, demonstrating the possibility of achieving speeds of over 500 km/h. However, the construction of full-scale experimental sections

is an expensive and complex process, which limits the widespread implementation of the technology on national transport system networks.

Existing magnetolevitation technologies are based mainly on long power sections and centralized control systems, which complicates experimental research, adaptation of operating modes and implementation of new control algorithms.

An important stage of research in this area is physical modeling and creation of experimental stands, which allows reproducing the main processes of interaction between the crew and track coils, studying their electromagnetic parameters, checking control algorithms and evaluating the dynamics of transient processes. The use of such an approach provides the possibility of effective testing of modern element base and forms the prerequisites for further improvement of magnetolevitation transport technologies and their implementation in full-scale systems of the new generation.

The relevance of the work is due to the need to develop scientifically substantiated control modes for a physical model of a magnetolevitation vehicle and corresponding control systems capable of ensuring stable movement and high speed during magnetic levitation.

The result of the operation of the studied control system is the determination of the ranges of spatial angles for supplying control pulses to the track coils of the physical test stand of magnetic levitation transport.

Work on the topic of research into magneto-levitation transport and electric transport control systems was carried out by both Ukrainian and foreign scientists. Among domestic scientists, the works of Vasiliev S. V., Dzenzers'kyi V. O., Omelyanenko V. I., Plaksin S. V., Pogorila L. M., Matin V. I., Ustymenko D. V., Khvorost M. V., Tsyplenkov D. V., Shkil Y. V. Among foreign scientists, a significant contribution was made by Antunes S., Carabelli S., Carcass G., Danby G. T., Delprete K., Eric R. Leithwaite, Felez J., Fontana R., Fukase S., Genta G., Gopi R. S., Liang H., Lichtenberg A., Muzzarelli M., Nosita A., Pannerselvam K., Parrotta L. A., Portillo D., Powell J. R., Schultz-Wildelau M., Srinivasan S., Vaquero-Serrano MA, Wang Y., Weihua Zhang, Wiesman R., Yang H., Zhou B., Zigang Deng, et al.

At the first stage of the work, an analysis of the current state of development of magnetic levitation transport in the world was carried out. It was shown that Japan, China and Germany have achieved significant success in creating maglev systems that are already operating on passenger routes. At the same time, the main problems were outlined: the high cost of infrastructure, the complexity of power supply and the need for reliable control systems. The main types of suspension systems - electromagnetic (EMS) and electrodynamic (EDS), their advantages and limitations were considered.

In the second section of the work, the principles of possible algorithms for controlling the physical model were defined and proposed, namely, serial, parallel, combined. Simulation modeling was performed and new dependencies were obtained, which allowed determining the time characteristics of the transient process of the physical model of the traction module. Using the Scilab software, the operation of the experimental circuit of the energy distribution unit was simulated and transient graphs were obtained for different types of track module control: serial, parallel, combined. A tool for computer modeling of the energy distribution unit has been developed, which can be used in the future to solve other problems related to the development of the power plant of the track structure of high-speed maglev transport.

The third section is devoted to the creation of an experimental physical stand and the study of the parameters of the track coils. The created stand is characterized by the available dimensions, which determined its structure, which consists of 40 modules divided into 8 sections. Each track module has 2 track coils on the outer and inner sides. Since the key element of the full-scale stand is the track coil, the task arises of selecting the necessary parameters and studying its properties. It was determined that it is advisable to use experimental research to verify the patterns of distribution of the values of the reactance of the track coils at different design parameters. This section proposes the principle of a sectional modular system for controlling the movement of the crew of a physical model. It is based on the use of track modules that can operate in different modes that can be set programmatically, for example, using Arduino microcontrollers. The study of the values of the reactance of the track coils allowed us to establish their dependence on various parameters (wire

diameter, number of turns) and to make a reasonable choice of rational parameters of the track coil for the physical test stand.

The fourth section is devoted to the experimental study of track modules in the non-working mode. Since the physical test stand is similar in principle to a linear synchronous motor and is inverted, that is, by studying it in the “generator” mode, it is possible to determine the indicators of the “engine” mode, namely the moments of the greatest realization of the electromotive force. The results obtained are the starting points for substantiating the positioning of the maglev vehicle of the physical test stand. It is shown that to reproduce dynamic modes of movement, it is necessary to ensure accurate switching of the track modules. For this purpose, an encoder and a Hall sensor were used, which allow us to determine the position and coordinates of the crew in real time. Analysis of the obtained non-working oscillograms allowed us to predict rational moments of time for switching the track modules in the traction mode.

The purpose of the dissertation is to determine the ranges of spatial angles of the maglev vehicle position for supplying control signals to the track coil of a physical model of maglev transport, which would allow to implement the traction and levitation mode.

The scientific novelty of the research is:

1) For the first time, an experimental determination of the reactance of existing prototypes of track coils for a physical model of maglev transport was carried out, which created the prerequisites for further modeling of the operating modes of the control system of the physical model.

2) Experimental studies of a physical stand in the non-working mode allowed to determine the ranges of spatial angles of the crew position for supplying control signals to the track coil of a physical model of maglev transport, which would allow to implement the traction and levitation mode.

3) The time dependences of current consumption from the power source for different operating modes of the track structure control system with different control signals: serial, parallel, combined, which creates the prerequisites for assessing the energy efficiency of the system.

The practical results are:

1) Creation of a physical model of a maglev transport with a modular structure, which allows studying the electromagnetic interaction of track modules with the crew in conditions close to real ones.

2) Development of a positioning system for a physical stand of a maglev transport, which allows supplying control signals to the track coil of a full-scale model of a maglev transport.

3) A tool for computer modeling of the energy distribution unit has been developed, which can be used in the future to solve other problems related to the development of the power plant of the track structure of a high-speed maglev transport.

The results of the work create a basis for further research and development of experimental and research physical models in order to obtain new ratios and characteristics that will allow to confirm the efficiency and operability of the new principle of magnetic levitation movement control.

The obtained results have an applied value for the development of magnetic levitation transport. They allow to specify the parameters of the coils of the track modules, to improve the control systems and positioning of physical stands and to provide a basis for scaling the obtained technical solutions.

Key words: magnetic levitation transport, linear motor, track module, physical stand, permanent magnets, track coils, control system, motion control, process control, maglev vehicle positioning, electromechanical characteristics, magnetic induction, control algorithm, operating modes, idle stroke.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані наукові результати:

1. **Holota, O.**, Ustymenko, D., Mukha, A., Plaksin, S., & Chupryna, Y. (2025). Determination of the inductiveness of a physical model of track coils for high-speed transport. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(1(83)), 52–57. **(Scopus)**. (<https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.331995>)
2. Plaksin, S., Mukha, A., Ustymenko, D., Podchasov, A., & **Holota, O.** (2025). Development of a diagnostic procedure for assessing the performance of a magnetoplane navigation system. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(2(84)), 65–70. **(Scopus)**. (<https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.334444>)
3. Плаксін С. В., Муха А. М., Устименко Д. В., Шкіль Ю. В., **Голота О. О.**, Чуприна Є. М. 2-х режимний тягово-левітаційний модуль перспективної магнітно-левітаційної транспортної системи. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2022. Вип. 2 (58). С. 56–65. **(фахове видання)** (DOI: 10.30929/2072-2052.2022.2.58.49-53)
4. **Голота О. О.**, Плаксін С. В., Шкіль Ю. В., (2022). Визначення координат просторової орієнтації магнітоплану відносно колійної структури. *Транспортні системи і технології*, (40), 159–169. **(фахове видання)** (<https://doi.org/10.32703/2617-9040-2022-40-14>)
5. **Голота, О. О.**, Муха, А. М., Устименко, Д. В., Плаксін, С. В. (2024). Дослідження процесів у колі тягового конденсатора моделі високошвидкісного магнітолевітаційного транспорту. *Наука та прогрес транспорту*, (1(105)), 30–41. **(фахове видання)** (<https://doi.org/10.15802/stp2024/301521>)
6. **Голота, О. О.** (2025). Дослідження режимів керування шляхової структури натурної моделі магнітолевітаційного транспорту **(фахове видання)**. *Транспортні системи та технології перевезень*, (30), 29–36. (<https://doi.org/10.15802/tstt2025/340121>)
7. Чуприна Є. М., Муха А. М., Бондар О. І., Плаксін С. В., Устименко Д. В., **Голота О. О.** (2025) Дослідження динамічних показників шляхової котушки натурної моделі високошвидкісного магнітолевітаційного транспорту.

Наука та прогрес транспорту, (3(111), 79–90. **(фахове видання)**
(<https://doi.org/10.15802/stp2025/341709>)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Голота, О. О. Методи контролю динамічних показників магнітно-левітаційного транспорту / О. О. Голота // Стан та перспективи розвитку електричного транспорту: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 23-25 листоп. 2022 р. / Харків. нац.ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова [та ін.; редкол.: Н. І. Кульбашна, А. В. Коваленко]. – Харків, 2022. – С. 164–165 **(тези конференції)**

9. Holota O. Prospects of the development of the maglev transport in Ukraine / O. Holota // Modern Technologies: Improving the Present and Impacting the Future: International Scientific Multidisciplinary Conference of Students and Beginner Scientists, Dnipro, November 23 / Дніпро: Український державний університет науки і технологій. – Dnipro, 2022. – Р. 20–21. **(тези конференції)**

10. Голота О. Пристрій контролю струму в програмно-апаратному комплексі визначення параметрів шляхової структури високошвидкісного наземного транспорту / О. О. Голота // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту [Текст]: матеріали 82 Міжнародної науково-практичної конференції, 20-21 квітня 2023 р. / за заг. ред. Ю.С. Пройдака, Р.В. Маркуля. УДУНТ. – Дніпро, 2023. – С. 186–188 **(тези конференції)**

11. Голота О. Ефективність роботи автономної фотоелектричної установки / О. О. Голота, С. В. Плаксін, І. В. Тимченко // Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 18–19 травня 2023р., Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ, 2023.– С. 193-194 **(тези конференції)**

12. Голота О. Застосування елементів теорії подібності при розробці експериментальних масштабних моделей магнітно-левітаційного транспорту / О. О. Голота // Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів і молодих вчених «Наука і сталий розвиток транспорту», Дніпро, 27 жовтня 2023 р.,

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, 2023. – С. 131-132 **(тези конференції)**

13. Голота О. Проблеми високошвидкісних вантажних перевезень магнітно-левітаційним транспортом/ О. О. Голота // Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств: Тези 12-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Дніпро, 23-24 листопада 2023 р. – Дніпро.: УДУНТ, 2023. – С. 31-32 **(тези конференції)**

14. Голота О. Експериментальна установка блоку розподілення електроенергії високошвидкісного магнітолевітаційного транспорту на платформі Arduino / О. О. Голота // «Наукова весна» 2024: матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 27–29 березня 2024 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. С. 126-127. **(тези конференції)**

15. Голота О. Одноплатний комп'ютер Arduino Mega – базовий керуючий блок для стенду високошвидкісного транспорту / О. О. Голота // Молода академія - 24. Т.ІІІ: зб. тез доп. Міжнар. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, Дніпро, 23-24 травня. 2024 р.-Дніпро: УДУНТ, 2024, С. 45-46 **(тези конференції)**

16. Голота О. Розподілена модульна система керування рухом магнітолевітаційного транспорту / О. О. Голота, А. М. Муха, Д. В. Устименко, С. В. Плаксін // Proceedings Of III International Scientific and Practical Conference for Applicants for Higher Education, of Education Workers and Scientists «MODERN RESEARCH: TRANSPORT INFRASTRUCTURE AND INNOVATION TECHNOLOGIES» 28-29 November 2024, Kyiv / Kyiv Institute of Railway Transport of the State University of Infrastructure and Technologies, С. 59-63 **(тези конференції)**

17. Голота О. Адаптивні контролери для систем керування рухом магнітолевітаційного транспорту / О. О. Голота // Наука і сталий розвиток транспорту 2024. Т.ІІІ: зб. тез доп. Всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих

учених, Дніпро, 27 листоп. 2024р.-Дніпро: УДУНТ, 2024. - С.83 (**тези конференції**)

18. Голота О. Дослідження індуктивних параметрів шляхових котушок натурної моделі високошвидкісного транспорту / О. О. Голота // Towards a Holistic Understanding: Interdisciplinary Approaches to Tackle Global Challenges and Promotion of Innovative Solutions: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Internet Conference, March 13-14, 2025. Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, P. 90-91. (**тези конференції**)

19. Голота О. Реалізація алгоритмів керування системою позиціонування натурної моделі магнітолевітаційного транспорту / О. О. Голота // Перспективи електричного транспорту : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 22–24 жовт. 2025 р. / Харків. нац.ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова [та ін.; редкол.: В. Х. Далека, Н. І. Кульбашна, А. В. Коваленко]. – Харків, 2025. – С. 106–107 (**тези конференції**)

20. Голота О. Система позиціонування екіпажу натурної моделі магнітолевітаційного транспорту з використанням мікроконтролерів Arduino та STM32 / О. О. Голота // Наука і сталий розвиток транспорту 2025. Т.3: зб. тез доп. Всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, Дніпро, 27 листоп. 2025 р.-Дніпро: УДУНТ, 2025 – С.75-76 (**тези конференції**)

Внесок автора у наукові публікації, що написані у співавторстві: в публікаціях [1], що індексується у наукометричній базі Scopus, автор приймав участь у експериментальній частині випробувань та у обробці результатів вимірювань, аналізу публікацій по темі статті, а також формування висновків; В статті [2], що індексується у наукометричній базі Scopus, автор приймав участь в аналізі наявних джерел з даної теми, розробці діаграм та формуванні висновків; у фахових статтях [3,4] аналізував можливості розробки систем керування магнітолевітаційним транспортом, виконував 3D моделювання режимів роботи, обробляв дані, формував висновки; у [5] виконував імітаційне моделювання режимів роботи шляхового модуля, виконував аналіз отриманих даних,

формував висновки роботи; в одноосібній публікації [6] автор описував основні складові дисертаційного дослідження, розробляв складові натурального стенду, досліджував параметри шляхових котушок, розробляв та виконував верифікацію працездатності системи керування рухом натурної моделі магнітолевітаційного транспорту, проводив дослідження режиму неробочого ходу екіпажу натурної моделі, формував висновки; в [7] виконував обробку експериментальних даних та проектування дослідної установки, формував висновки; в матеріалах тез конференцій [8-20] автор висвітлював основні положення розділів дисертації, що є апробацією виконаної роботи.

