

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Голоти Олександра Олександровича

на тему «Дослідження режимів роботи системи керування шляховою  
структурою натурної моделі магнітолевітаційного транспорту»,

що подана на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 027 – транспорт

за спеціальністю 275 – Транспортні технології (за видами)

### 1. Актуальність теми дисертації

Магнітолевітаційний транспорт на сучасному етапі розвитку транспортних систем розглядається як одна з найбільш перспективних технологій високошвидкісного руху. Як інноваційний різновид високошвидкісного транспорту, він має потенціал суттєво трансформувати як пасажирські, так і вантажні перевезення порівняно з традиційними високошвидкісними залізничними системами, насамперед завдяки принциповій відсутності механічного контакту між рухомим складом і напрямною. Зазначена особливість забезпечує можливість досягнення вищих експлуатаційних швидкостей, зменшення зносу елементів інфраструктури, зниження рівнів шуму та вібрацій, а також підвищення плавності й стабільності руху. У сфері пасажирських перевезень це обумовлює скорочення часу поїздки на середніх дистанціях і зростання конкурентоспроможності відносно авіаційного транспорту, тоді як для вантажних перевезень відкриває перспективи оперативної доставки вантажів із підвищеною енергоефективністю та екологічною доцільністю. Для розробки власних систем магнітолевітаційного транспорту актуальною є потреба у розробці науково обґрунтованих режимів керування насамперед натурними моделями магнітолевітаційних транспортних засобів та відповідних систем автоматизованого керування, здатних забезпечити стійкий і безпечний рух з високими швидкісними показниками. Розв'язанню даної задачі і присвячено дисертаційну роботу Голоти Олександра Олександровича.

Принципово до розв'язання  
механізації всієї роботи  
Риш 11880 12.03.2026 р.  
Голота С.В.Р. д.т.н. / проф.  
Афанасьєв А.М.

Дисертаційну роботу Голоти Олександра Олександровича виконано відповідно до тематики науково-дослідних робіт Українського державного університету науки і технологій, зокрема НДР «Дослідження перехідних процесів в розрядному колі тягового модуля масштабного полігону високошвидкісної магістралі» (№ держреєстрації 0124U001372) та НДР «Розрахунково-експериментальні дослідження макету тягово-левітаційного модуля шляхової структури магнітолевітаційного транспорту» (№ держреєстрації 0125U000839), де автор виступав в якості виконавця.

## **2. Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни**

Метою дисертаційної роботи 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. Для досягнення поставленої мети у роботі поставлено та вирішено ряд наступних задач:

1. Аналіз сучасного стану розвитку магнітолевітаційного транспорту та його систем керування.
2. Комп'ютерне моделювання часових залежностей перехідного процесу у колах натурної моделі шляхової котушки.
3. Обґрунтування алгоритмів керування шляховою котушкою натурної моделі.
4. Розробка експериментального натурального стенду магнітолевітаційного транспорту.
5. Експериментальне визначення параметрів шляхових котушок і встановлення закономірностей їх зміни залежно від конструктивних параметрів.
6. Розробка та перевірка системи позиціонування екіпажу із застосуванням енкодера та датчика Холла.

7. Експериментальні дослідження режиму неробочого ходу руху екіпажу в межах шляхової структури для обґрунтування діапазонів просторових кутів положення екіпажу натурної моделі магнітолевітаційного транспорту.

Поставлені науково-технічні задачі виконано повністю, що підтверджується отриманими результатами та публікаціями результатів досліджень у широкому колі рецензованих наукових видань.

### **3. Наукова новизна та практичне значення результатів дисертації**

**Наукова новизна** результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше проведено експериментальне визначення реактивного опору наявних прототипів шляхових катушок 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 визначити діапазони просторових кутів положення екіпажу для подачі сигналів керування на шляхову катушку натурної моделі магнітолевітаційного транспорту, які б дозволили реалізувати режим тяги та левітації.

3. Визначено 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.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в наступному:

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.

Наукові дослідження виконувались здобувачем в ННІ «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту» Українського державного університету науки і технологій на кафедрі «Електротехніка та електромеханіка» під керівництвом доктора технічних наук, професора Мухи Андрія Миколайовича та доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника Інституту транспортних систем та технологій НАН України Плаксина Сергія Вікторовича.

#### **4. Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Голоти О.О. відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (затверд. нак. МОН № 1468 від 17.10.2024 р.) та напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Транспортні технології на залізничному та промисловому транспорті».

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, та двох додатків. Загальний обсяг дисертації – 158 сторінок.

У вступі розкрито актуальність роботи, наукову ідею, мету, завдання, предмет і об'єкт дослідження. Сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено інформацію стосовно публікацій здобувача за темою дисертації, а також апробації результатів роботи.

Перший розділ містить аналіз сучасного стану та ключових проблем розвитку магнітолевітаційного транспорту. У роботі виконано огляд особливостей застосування й рівня розвитку наявних технологій у провідних

країнах світу, зокрема в Німеччині (система Transrapid), Японії (надпровідна система SCMaglev), Сполучених Штатах Америки (Hyperloop), Китаї та Південній Кореї. Показано, що спільними стримувальними чинниками розвитку магнітолевітаційних систем на глобальному рівні залишаються висока вартість інфраструктури та рухомого складу, потреба у створенні високоточної мережі комунікацій і систем керування, а також значна енергоємність таких рішень. Проаналізовано перспективи подальших досліджень і впровадження магнітолевітаційного транспорту в Україні, зокрема з точки зору його інтеграції в реалізовану в країні концепцію Smart City (Київ, Львів, Дніпро, Харків та ін.). Також наведено опис наявних систем підвісу маглев-транспорту та способів формування тяги, охарактеризовано основні методи дослідження режимів роботи маглев-систем, серед яких особливу увагу приділено створенню макетів, експериментальних стендів і неповнорозмірних натурних моделей.

Другий розділ присвячено реалізації принципів керування натурною моделлю магнітолевітаційного транспорту. Розглянуто передумови для імітаційного моделювання процесів шляхової структури, визначено основні параметри натурної моделі, що впливають на динаміку руху та процеси керування, зокрема характеристики магнітної левітації, енергопостачання та формування імпульсів для реалізації режимів підйому, тяги та стабілізації. Описано розподілену енергосистему шляхової структури, що включає блок первинного накопичення енергії та блок розподілу, до складу якого входять тяговий конденсатор і шляховий модуль, а також принципи подачі енергії в модуль і реалізацію основних режимів роботи. Проведено математичне моделювання секції шляхової структури з використанням програмного середовища SciLab, розглянуто роботу секції при послідовному та паралельному вмиканні котушок і при серії послідовних імпульсів із затримкою, визначено основні параметри системи, що впливають на стабільність руху та ефективність формування імпульсів. Виконано імітаційне моделювання перехідних процесів у секції шляхової структури для різних режимів роботи та отримано часові діаграми, що дозволяють оцінити вплив

схем підключення котушок і параметрів імпульсів на стабільність руху натурної моделі. Крім того, моделювання перехідних процесів у колах шляхового модуля натурального стенду дозволило оцінити сталу часу та тривалість перехідних процесів у котушках, що дає змогу визначити динамічні характеристики блоку розподілу енергії та їх вплив на керованість і стабільність руху магнітолевітаційного транспортного засобу.

У третьому розділі виконано розробку експериментального натурального стенду магнітолевітаційного транспорту та проведено дослідження параметрів шляхових котушок. Описано конструкцію стенду, включно зі шляховою та екіпажною (рухомою) частинами, і наведено основні принципи його функціонування. Проведено дослідження прототипів натурних моделей шляхових котушок, оцінено вплив конструктивних особливостей та частоти живлячої напруги на статичні та динамічні характеристики котушок. На основі аналізу результатів експериментів із п'яти прототипів обрано котушку з оптимальними параметрами, яка демонструє найвужчий діапазон напруги спрацювання та найвищу швидкість порівняно з іншими зразками, що забезпечує її пріоритетне використання у подальших експериментах і випробуваннях натурального стенду.

У четвертому розділі дисертації висвітлено розробку системи позиціонування натурального стенду магнітолевітаційного транспорту та результати дослідження роботи шляхового модуля в режимі неробочого ходу. Система позиціонування реалізована на основі енкодера у поєднанні з датчиком Холла та системою збору, контролю і керування на базі мікроконтролера. Розкрито принцип подачі керуючого імпульсу при зміні положення екіпажу стенду та проведено експериментальну перевірку роботи системи для забезпечення точного визначення позиції. Розглянуто перспективи застосування мікроконтролерів різних типів для керування режимами роботи шляхової структури. Представлено та проаналізовано часові діаграми напруги елементів шляхової структури, отримані в режимі неробочого ходу для одного та двох послідовних шляхових модулів при проходженні екіпажу на різних висотах. На основі отриманих результатів

визначено принципи формування режимів роботи шляхової структури натурального стенду, що забезпечують ефективне керування рухом моделі та стабільність її роботи.

В цілому дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій». Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям транспортних технологій.

Після ретельного ознайомлення із дисертаційною роботою Голоти Олександра Олександровича можна зробити висновок, що вона є результатом самостійних досліджень здобувача, не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

#### **5. Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлено у 20 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних WoS/Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 13 наукових фахових конференціях.

Публікації мають прийнятний науковий рівень, в них дотримано принципи академічної доброчесності, а роботи виконані у співавторстві мають вагомий внесок здобувача.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі є повністю висвітленими у наукових публікаціях здобувача.

#### **6. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

В цілому робота справляє позитивне враження завершеного наукового дослідження, проте до неї є ряд зауважень.

1. В тексті роботи трапляються орфографічні, синтаксичні, пунктуаційні та стилістичні помилки, але вони не впливають на загальне сприйняття тексту дисертації.

2. У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, наведено рівень поширення магнітолевітаційного транспорту у світі, але відсутні порівняння техніко-економічних показників маглев-систем з традиційними системами транспорту.

3. Предмет дослідження сформульовано достатньо вузько і не показано його зв'язок з практичним значенням отриманих результатів. На думку рецензента тут слід було б зазначити або структуру системи керування, або стабільність чи надійність її роботи, стійкість до зовнішніх збурень, або результуючу ефективність, щоб в подальшому можна було порівняти результати роботи з існуючими аналогами.

4. Формулювання пунктів наукової новизни 1 та 3 як результат містять формулювання у вигляді створення передумов. Тут варто було б навести результати, які мають практичне значення, наприклад, зниження питомих витрат енергії на перевезення одиниці маси, оптимізацію сил відштовхування/притягування магнітолевітаційних катушок, і т.п.

5. Приведена у третьому розділі на рис. 3.11 схема експерименту дуже спрощена, не враховує наявності сусідніх катушок та паразитної ємності. Хоча вплив паразитної ємності враховано при аналізі залежностей зміни реактивного опору катушок від частоти прикладеної напруги (рис. 3.21-3.23).

6. Розділ 4 дисертації містить загальновідому інформацію, зокрема рис. 4.5 Модуль RS422/TTL, рис. 4.6 Схема комунікації інтерфейсу RS422/TTL з енкадером LIR-DA237T, рис. 4.7 Датчик Холла 3114E, проте вказані джерела, з яких запозичені ці рисунки.

7. Експериментальні дослідження шляхових катушок в режимі неробочого ходу виконані в 4-му розділі мають обмежене застосування, оскільки в цих дослідженнях вертикальні переміщення екіпажу унеможливлені його фіксацією на кронштейні. Скоріше за все отримані

результати матимуть необхідність коригування для режиму магнітної левітації.

В цілому висловлені зауваження носять рекомендаційний характер, не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість, а також не погіршують загального позитивного враження від дисертаційної роботи.

## 7. Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Голоти Олександра Олександровича на тему «Дослідження режимів роботи системи керування шляховою структурою натурної моделі магнітолевітаційного транспорту» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для транспортних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6...9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44. Дисертаційна робота рекомендується до захисту на засіданні разової спеціалізованої вченої ради.

Рецензент,

Завідувач кафедри інтелектуальних

систем енергопостачання Українського державного

університету науки і технологій,

докт. техн. наук, професор



Дмитро БОСИЙ



Інформація про закладу:  
Інфраструктури, енергетики та транспорту  
Інфраструктури і транспорту

