

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Управління експлуатаційною роботою»


**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКІВ З
ІНТЕГРОВАНИМ ШВИДКІСНИМ РУХОМ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНОГО
ДОСВІДУ**

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

УТРЗН.300.00.00.000 ПЗ

Розробив здобувач групи 216 – ОМП – Д23
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)


_____ Олексій МЕЗЕНЦЕВ
(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Олена МАЛАХОВА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Максим КУЦЕНКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 92 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 41 рисунків, 5 таблиць, 24 літературних джерела.

Ключові слова: високошвидкісні поїзди, графік руху, магістральні дільниці, фідерний рух, агломерація, дільнична швидкість.

Об'єктом дослідження є організація пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах при реалізації швидкісного залізничного сполучення.

Метою дослідження є підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту в міжрегіональному сполученні за допомогою розроблення технологічних рішень з організації та розвитку високошвидкісних залізничних пасажирських перевезень.

В роботі розроблено підходи до створення технологічного трасування ліній високошвидкісного руху (ВШМ) у межах транспортних коридорів. Введено класифікацію ділянок ліній ВШМ та розглянуто особливості сполучення на магістральних і фідерних відрізках. Запропоновано метод гексагонального аналізу транспортного коридору, який дозволяє формувати матрицю кореспонденцій та виявляти ключові характеристики транспортних зв'язків. Визначено спільні риси та відмінності в технології організації руху поїздів і планування перевізного процесу на лініях ВШМ різної протяжності. Встановлено плечі перевезень, що найбільш чітко відображають ознаки приміського або далекого сполучення. Розглянуто унікальні технологічні завдання, характерні для ліній ВШМ великої протяжності.

Вирішено задачу визначення допустимої кількості зупинок рухомого складу на проміжних станціях з урахуванням параметрів якості високошвидкісного сполучення. Встановлено залежність між допустимою кількістю зупинок, середньою відстанню між зупинковими пунктами та загальною протяжністю маршруту.

ABSTRACT

This qualification work includes 17 presentation slides, 92 pages of A4 explanatory note, including 41 figures, 5 tables, 24 references.

Keywords: high-speed trains, timetable, mainline sections, feeder traffic, agglomeration, sectional speed.

The object of the study is the organisation of passenger traffic in integrated transport systems when implementing high-speed rail services.

The purpose of the study is to increase the competitiveness of railway transport in interregional traffic by developing technological solutions for the organisation and development of high-speed railway passenger traffic.

The paper develops approaches to the creation of technological routing of high-speed lines (HSL) within transport corridors. The classification of HSR line sections is introduced and the peculiarities of connection on the main and feeder sections are considered. The method of hexagonal analysis of the transport corridor is proposed, which allows to form a matrix of correspondences and identify key characteristics of transport links. The common features and differences in the technology of organising train traffic and planning the transportation process on HSL lines of different lengths are determined. The traffic shoulders that most clearly reflect the characteristics of suburban or long-distance traffic are determined. The unique technological tasks typical for long-distance HSL lines are considered.

The problem of determining the permissible number of rolling stock stops at intermediate stations, taking into account the quality parameters of high-speed traffic, is solved. The dependence between the permissible number of stops, the average distance between stopping points and the total length of the route is established.

Український державний університет залізничного транспорту


Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)
«Менеджер високошвидкісних залізничних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Тетяна БУТЬКО

«27» грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Мезенцеву Олексію Олександровичу

1. Тема проекту (роботи) «Удосконалення технології роботи залізничних напрямків з інтегрованим швидкісним рухом на основі міжнародного досвіду»

Керівник Малахова Олена Анатоліївна, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 30 вересня 2024 року №12/24

2 Строк подання здобувачем роботи 30 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Закордонний досвід організації високошвидкісного руху, технологія оперативного планування у пасажирських перевезеннях, обсяги пасажиропотоків та їх параметри за 5 років на залізницях Європи та України, прийняті нормативи для розрахунку графіків руху поїздів, техніко – економічні показники роботи пасажирського господарства



4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз теоретичного та практичного досвіду організації швидкісних і високошвидкісних пасажирських перевезень залізничним транспортом 2 Аналіз динаміки пасажиропотоків 3 Визначення цільових показників роботи полігонів зі швидкісним і високошвидкісним пасажирським рухом 4 Технологія роботи полігонів з інтегрованим швидкісним і високошвидкісним рухом 5 Оцінка економічної ефективності магістрально – фідерного руху пасажирських поїздів з урахуванням вимог пасажирів
Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 Мета та задачі дослідження 2 Класифікація якісних параметрів та оцінок високошвидкісного транспортного сполучення 3 Аналіз динаміки пасажиропотоків у країнах ЄС 4 Аналіз динаміки перевезення пасажирів різними видами транспорту в Україні 5 Визначення густини пасажиропотоку на змішаних дільницях 6 Залежність попиту на пасажирські перевезення від

оцінки параметрів 7 Принципові схеми організації руху поїздів різних категорій на магістральних і фідерних дільницях високошвидкісних ліній 8 Технічні вимоги до організації руху поїздів по фідерних дільницях 9 Розрахунок сукупного приросту економічного ефекту від скорочення часу знаходження составів в обороті

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент, канд. економ. наук		

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Вступ	10.10.2024	виконано
1 Аналіз теоретичного та практичного досвіду організації швидкісних і високошвидкісних пасажирських перевезень залізничним транспортом	17.10.2024	виконано
2 Аналіз динаміки пасажиропотоків	10.11.2024	виконано
3 Визначення цільових показників роботи полігонів зі швидкісним і високошвидкісним пасажирським рухом	18.11.2024	виконано
4 Технологія роботи полігонів з інтегрованим швидкісним і високошвидкісним рухом	25.11.2024	виконано
5 Оцінка економічної ефективності магістрально – фідерного руху пасажирських поїздів з урахуванням вимог пасажирів	10.12.2024	виконано
Висновки	27.12.2024	виконано
Оформлення роботи	30.12.2024	виконано

Здобувач

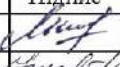
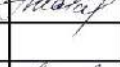



(підпис) Олексій МЕЗЕНЦЕВ
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


Олена МАЛАХОВА

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз теоретичного та практичного досвіду організації швидкісних і високошвидкісних пасажирських перевезень залізничним транспортом	11
1.1 Передумови до збільшення швидкостей руху пасажирських поїздів і створення спеціалізованої пасажирської інфраструктури	11
1.2 Визначення якісних параметрів високошвидкісного пасажирського сполучення, що формується	12
1.3 Оцінка якості взаємного розташування пасажирських станцій лінії ВШМ і агломерацій	16
2 Аналіз динаміки пасажиропотоків	26
3 Визначення цільових показників роботи полігонів зі швидкісним і високошвидкісним пасажирським рухом	36
3.1 Формування пасажиропотоків у зонах тяжіння до зупинкових пунктів високошвидкісних магістралей	36
3.2 Розробка методики визначення потенційного попиту на пасажирські перевезення під час організації швидкісного і високошвидкісного залізничного сполучення	38
3.3 Визначення впливу якості транспортної комунікації на величину пасажиропотоку	43
3.4 Розроблення принципів побудови маршрутної мережі високошвидкісних і швидкісних залізничних ліній	50
3.5 Побудова технологічної маршрутної мережі високошвидкісних і швидкісних залізничних ліній	52

					УТРЗН 300.00.00.000 ПЗ			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології роботи залізничних напрямків з інтегрованим швидкісним рухом на основі міжнародного досвіду	Літ.	Арк.	Акрупів
Розроб.		Мезенцев		27.10		і	6	92
Перевір.		Малахова		27.10		УкрДУЗТ		
Н. Контр.		Малахова		27.10				
Затв.		Буцько		27.10				

3.6 Розроблення методу гексагонального аналізу пасажирських транспортних коридорів	60
4 Технологія роботи полігонів з інтегрованим швидкісним і високошвидкісним рухом	66
4.1 Технологічні заходи щодо підвищення ефективності використання ВШМ	66
4.2 Розроблення технічних вимог до організації руху поїздів по фідерних дільницях	69
4.3 Організація руху на наддалеких кореспонденціях швидкісного та високошвидкісного руху	76
4.4 Організація пропуску «нічних» пасажирських поїздів на ВШМ	84
5 Оцінка економічної ефективності магістрально – фідерного руху пасажирських поїздів з урахуванням вимог пасажирів	81
Висновки	88
Список використаних джерел	90

					УТРЗН.300.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змі.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми дослідження. Зниження величини пасажиропотоку в класичному, не швидкісному сполученні - проблема пасажирських перевезень залізничним транспортом. Пасажирські перевезення залізничним транспортом у далекому сполученні стають дедалі менш конкурентоспроможними порівняно з авіаційним та автомобільним транспортом. Будівництво нових автомагістралей, розвиток середньомагістральних і близькомагістральних авіасполучень призводить до того, що частина пасажирів, які за інших обставин віддали б перевагу залізничному транспорту, використовують альтернативні види сполучення. Здійснити технологічний прорив в організації пасажирських перевезень залізничним транспортом можна тільки при створенні виділених і спеціалізованих високошвидкісних залізничних магістралей (ВШМ), швидкість руху рухомого складу по яких на певних ділянках перевищуватиме 250 км/год, а загальна маршрутна швидкість сполучення буде понад 140 км/год. Лінії ВШМ є найбільш ефективними для класичних залізничних перевезень із системою колесо-рейка.

Затребуваність спорудження спеціалізованих ВШМ підтверджується світовим досвідом спорудження та експлуатації таких ліній. З моменту запуску в комерційну експлуатацію першої лінії високошвидкісного сполучення в Японії, що зв'язала міста Токіо-Осака, 1964 року було накопичено величезний досвід експлуатації високошвидкісних залізничних систем.

У Україні проекти ВШМ почали розробляти паралельно зі світовим розвитком високошвидкісного залізничного сполучення, проте економічна ситуація в країні не давала змоги їх реалізувати до теперішнього часу. Перспективними для організації високошвидкісного сполучення обрали напрямки, що зв'язують столичний регіон із найбільшими агломераціями на заході, сході та півдні України.

Мережа ліній ВШМ у будь-якій країні, що має цю мережу, має унікальні особливості експлуатації, тому експлуатація ВШМ в Україні теж матиме унікальне технологічне рішення, що дає змогу досягти найбільшого ефекту. Підвищення економічної привабливості проєктів високошвидкісного сполучення, залучення більшої кількості агломерацій, передбачає забезпечення новим видом сполучення більшої кількості потенційних пасажирів.

Об'єкт дослідження - організація пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах при реалізації швидкісного залізничного сполучення.

Предмет дослідження - техніко-економічна ефективність організації високошвидкісного руху пасажирських поїздів у транспортному коридорі.

Мета роботи - підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту в міжрегіональному сполученні за допомогою розроблення технологічних рішень з організації та розвитку високошвидкісних залізничних пасажирських перевезень.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі:

- узагальнити науковий досвід, накопичений вітчизняними та зарубіжними вченими, які досліджували питання високошвидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті;

- розробити вимоги до експлуатаційних показників ліній ВСШМ різної протяжності;

- розробити метод прогнозування пасажиропотоків, за обраних критеріїв якості формованого транспортного сполучення;

- розробити способи планування маршрутної мережі ВШМ залежно від умов місцевості та особливостей розташування населених пунктів у межах транспортного коридору;

- розробити методику планування маршрутної мережі ВШМ і визначення економічних ефектів від організації високошвидкісного сполучення.

Елементами наукової новизни дослідження є:

- розроблення систему вимог до експлуатаційних параметрів транспортних комунікацій, що відрізняється від існуючих забезпеченням необхідного рівня

якості перевезень на всіх кореспонденціях у швидкісному та високошвидкісному сполученні;

- розроблено новий метод прогнозування пасажиропотоків на ВШМ, що відрізняється від наявних обліком рівня якості сполучення, що забезпечується, на новостворюваній інфраструктурі і дає змогу визначати густоту пасажиропотоків для нових видів сервісу, який має задані експлуатаційні характеристики і не має аналогів у створі транспортного коридору, який ми розглядаємо;

- сформульовано принципи побудови маршрутної мережі швидкісного і високошвидкісного сполучення, що відрізняються від наявних переходом до концепції розгалуженої мережі ВШМ із примиканням фідерних ділянок, які дають змогу збільшити кількість міст і населення, що залучається у сферу швидкісних і високошвидкісних перевезень без втрати якості сполучення;

- запропоновано заходи щодо підвищення ефективності експлуатації спеціалізованих пасажирських залізничних ліній, що дають змогу підвищити якість сполучення на наддалеких кореспонденціях, збільшуючи зону ефективного застосування високошвидкісних залізничних пасажирських перевезень;

Практична значущість роботи

- розроблена система вимог до якісних характеристик формованого сполучення дасть змогу підвищити конкурентоспроможність ліній ВШМ і залучити на залізничний транспорт додатковий пасажиропотік;

- розроблений метод прогнозування пасажиропотоків, упроваджений у виробничу діяльність «Пасажирська компанія» АТ «Укрзалізниця», дасть змогу проводити дослідження транспортних коридорів щодо затребуваності впроваджуваного сервісу із заданими якісними характеристиками;

Публікації. За темою роботи опубліковано тези на 5-тій міжнародній науково-технічній конференції «Інтелектуальні транспортні технології» [1].

Висновки

1 Аналіз вітчизняного досвіду організації швидкісного сполучення засвідчив, що при введенні сервісу швидкісного або високошвидкісного пасажирського сполучення формується ефект значного збільшення попиту на перевезення залізничним транспортом. Модернізація наявних ліній з метою прискорення руху пасажирських поїздів призводить до низки проблем, а саме, необхідність відхилення вантажних поїздів на кругові ходи, значне зменшення пропускної спроможності лінії, наявність великого коефіцієнта знімання для інших категорій поїздів. При цьому на модернізованій лінії зберігаються технічні та технологічні обмеження на пропуск швидкісних і високошвидкісних пасажирських поїздів, унаслідок чого залізничний транспорт не повною мірою може реалізувати свій потенціал.

Виокремлено чотири способи введення лінії ВСЖМ у великі міські агломерації та визначено основні переваги й недоліки кожного типу введення, а також сфери їх застосування.

2 Аналіз статистичних даних довів, що у період з 2015 по 2019 рік попит на перевезення пасажирів постійно зростав, що призвело до загального збільшення на 10,7 %. Така динаміка змінилася у 2020 році з поширенням пандемії Covid-19. Внаслідок чого обсяг залізничних пасажирських перевезень в ЄС знизився на -46,3%. Падіння другого та четвертого кварталу 2020 року (-74,1 % та -54,2 %) було особливо значущим порівняно з аналогічним періодом у 2019 році. У першому та третьому кварталі значне падіння було зафіксовано на 18,7 % та 37,9 % відповідно. У 2021 році динаміка показувала незначне збільшення і стабілізацію. Аналогічна тенденція була і при залізничних пасажирських перевезеннях в Україні.

3 Аналіз діючих ліній ВШМ у країнах із розвинутою мережею високошвидкісних залізничних перевезень дав змогу виявити основні цілочисельні характеристики сполучення. Виявлені характеристики було

встановлено як цільовий показник роботи ліній в Україні. Розглянуто основні методи прогнозування пасажиропотоків. Зроблено висновок, що для новостворюваної інфраструктури з унікальними якісними параметрами сполучення найбільш підходящими методами є гравітаційний і ентропійний.

4 Визначено підходи до побудови технологічного трасування ліній ВШМ у межах транспортного коридору. Введено класифікацію різних ділянок ліній ВШМ, розглянуто особливості сполучення на магістральних і фідерних ділянках. Розглянуто метод гексагонального аналізу транспортного коридору, що дає змогу скласти матрицю кореспонденцій, з виявленням основних характеристик утворених транспортних зв'язків.

5 Визначено подібності та відмінності в технологічній частині організації руху поїздів і планування перевізного процесу на лініях ВШМ різної протяжності. Виявлено плечі перевезення, для яких найяскравіше виражені ознаки приміського або далекого сполучення. Описано унікальні технологічні завдання, характерні для ліній ВШМ високої протяжності.

6 На підставі теплових карт визначено оптимальні конфігурації та співвідношення довжин магістральних і фідерних ділянок за різних швидкісних режимів проходження поїздів.

7 Визначено технологічні особливості пропуску ВШРС на наддалеких кореспонденціях. Розв'язано задачу про визначення допустимого числа зупинок рухомого складу на проміжних станціях за заданих параметрів якості високошвидкісного сполучення. Визначено залежність допустимого числа зупинок і середньої відстані між зупинковими пунктами від загальної протяжності сполучення. Складено теплові карти швидкостей сполучення і допустимої відстані між проміжними станціями за різної протяжності кореспонденції.

8 При впровадженні магістрально – фідерного руху та купівлі нового фідерного поїзда, економічний на другий рік експлуатації складе - 59797,33 тис. грн., а окупність фідерного поїзда відбудеться на 12-13 рік експлуатації, що доводить доцільність впровадження такого проекту.

Список використаних джерел

- 1 Малахова О.А., Токаренко Х.О., Мезенцев О.О. Удосконалення технології роботи залізничних напрямків з інтегрованим швидкісним рухом на основі міжнародного досвіду : *Тези доповіді 5-ої міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні транспортні технології»* (25–27 листопада 2024 р.). Харків, 2024. С. 77-80.
- 2 High-speed railway construction projects in 2019 // *Railways of the world*, 2020. № 1. С. 17-22.
- 3 Liu, S. Does high-speed rail development affect airport productivity? evidence from china and japan / S. Liu, Y. Wan, A. Zhang // *Transport Policy*. 2021. Vol. 110. P. 1-15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.05.026>.
- 4 Optimization models for high-speed train unit routing problems / Y. Wang [et al.] // *Computers and Industrial Engineering*. 2019. Vol. 127. P. 1273-1281. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.02.039>.
- 5 Optimizing train timetable based on departure time preference of passengers for high-speed rails / Z. Huang [et al.] // *Journal of Advanced Transportation*. 2021. Vol. 2021. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/6611289>.
- 6 Randák J., Marada M., Vrtiška M. Application of potential accessibility models in decision-making on HSR routing: The case of rapid connections in czechia // *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*. 2021. Vol. 56, № 1. P. 108-119. URL: <https://doi.org/10.14712/23361980.2021>.
- 7 Calculation Method for Released Capacity of Existing Railway / H. Li [et al.] // *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*. 2014. Vol. 35. P. 113-119. URL : <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-4632.2014.03.18>.
- 8 Chan C., Wen T. Revisiting the effects of high-speed railway transfers in the early covid-19 cross-province transmission in mainland china // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18, № 12. URL : <https://doi.org/10.3390/ijerph18126394>.

- 9 Statistical Analysis and Predictability of Inter-Urban Highway Traffic Flows: A Case Study in Heilongjiang Province, China / B. Hu [et al.] // *Transportmetrica A: Transport Science*. 2020. Vol. 16. P. 1062- 1078. URL: <https://doi.org/10.1080/23249935.2020.1720039>.
- 10 Traffic flow prediction with big data: A deep learning approach / Y. Lv [et al.] // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2015. Vol. 16, № 2. P. 865-873. URL : <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2345663>.
- 11 Wang Y., Han B., Wang J. A passenger flow routing model for high-speed railway network in different transportation organization modes // *Promet - Traffic - Traffico*. 2018. Vol. 30, № 6. P. 671-682. URL : <https://doi.org/10.7307/ptt.v30i6.2733>.
- 12 Wang Y., Liu L., Wang K. High-Speed Railway Network Passenger Assignment // *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. 2019. Vol. 19. P. 111-117. URL : <https://doi.org/10.16097/j.cnki.1009-6744.2019.01.017>.
- 13 Bolkova Zd, Dedík M., Gašparík Jo. The Potential of Night Passenger Trains in Europe in the Post-Pandemic Period // *Transport technic and technology*. 2023. 18(2): P. 7-14. URL: <https://doi.org/10.2478/ttt-2022-0005>.
- 14 Profillidis V., Botzoris George N. High-Speed Railways: Present Situation and Future Prospects // *Journal of Transportation Technologies* 03(02): 2013. P. 30-36. URL : <https://doi.org/10.4236/jtts.2013.32A004/>.
- 15 Tarkhov S. A. Network development of the world's high-speed railways // *Europa XXI* 34:P. 95-112. URL : <https://doi.org/10.7163/Eu21.2018.34.6>.
- 16 Eurostat: veb site. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>. (Дата звернення 10.09.2024).
- 17 Державна служба статистики: веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>. (Дата звернення 30.09.2024).
- 18 Sauerwein E., Bailom F., Matzler K. The Kano Model: How to Delight Your Customers // in: Preprints Volume I of the IX. International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck/Igls/Austria, February 19-23. 1996. P. 313 -327. URL:

https://www.researchgate.net/publication/240462191_The_Kano_Model_How_to_Deelight_Your_Customers. (Дата звернення 15.09.2024).

- 19 Christaller W. Die zentralen Orte in Süddeutschland. Jena: Gustav Fischer, 1933.
- 20 Kumarasamy V., Patel R., Liang Y. Micro vs. Macro Level Simulation and Performance: A Comparative Analysis with Application to Intelligent Transportation System // *Conference: 2024 UTC Spring Research and Arts Conference*. 2024. URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33780.36484>.
- 21 Li H., Chen J., He Sh. The feeder-vehicle routing and high-speed-train assignment problem with time windows // *Research in Transportation Business & Management* Volume 38, March 2021, 100521. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100521>.
- 22 Коваленко В.В., Малахова О.А. Удосконалення пасажирських перевезень на основі раціоналізації використання парку пасажирських вагонів // *Зб. наук. пр. УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ.2014. Вип. 145. С. 60-64.
- 23 Ходаківська, Є.В. Техніко – економічне обґрунтування вибору схеми обертання пасажирських составів // *Сборник научных трудов "Вестник НТУ "ХПИ" : Нові рішення в сучасних технологіях/* 2011. №54.С.108-114.
- 24 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті : навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.