

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ITT2025

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 6-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2025

6-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 24–26 листопада 2025 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – 300 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирьма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2025

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ВАГОНОПОТОКІВ
У ПЛАНІ ФОРМУВАННЯ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ
СИНХРОНІЗАЦІЇ В СКЛАДНИХ МЕРЕЖАХ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TRANSMISSION SPEED OF WAGON
FLOWS IN THE PLAN OF TRAIN FORMATION BASED ON THE THEORY
OF SYNCHRONIZATION IN COMPLEX NETWORKS**

*Докторант А.М. Киман, аспірант С.А. Золотарьов, магістр
М.С. Мусієнко*

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*Doctoral student A. Kyman¹, PhD student S. Zolotarov¹,
Master's student M. Musienko¹*

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Залізниця України належить до залізничних систем без дотримання розкладу руху вантажних поїздів, що спричиняє високу невизначеність часу слідування поїздопотоків та строків доставки вантажів до пунктів призначення [1]. Це істотно ускладнює аналітичні підходи до оцінювання ефективності роботи мережі. Процес перевезень характеризується значним рівнем невизначеності, квазістохастичним характером руху та мінливістю інтенсивності передачі вагонопотоків між технічними станціями. У таких умовах одним з перспективних напрямів поглибленого аналізу моделей перевезень є вивчення плану формування поїздів на макрорівні мережі з урахуванням структурних властивостей просторової організації вагонопотоків та рівня зв'язаності між ключовими станціями мережі. Це дозволяє оцінювати не лише поточні показники виконання перевезень, а й потенційну здатність залізничної системи до узгодженого функціонування. Традиційні підходи не дають можливості кількісно оцінити здатність мереж ПФП різних років до узгодженої роботи при зміні операційної моделі перевезень вантажів. За таких умов виявлення прихованих структурно динамічних властивостей мережі передачі вагонопотоків в залізничній системі на основі теорії синхронізації в складних мережах є актуальним.

У роботі застосовано теорію синхронізації складних мереж і модель Курамото для найбільших сильно зв'язаних компонент двох орієнтованих графів ПФП за 2013 та 2019 роки. Це дозволило дослідити швидкість встановлення узгоджених режимів залежно від спектральних характеристик та сили зв'язку між вузлами. Моделювання показало що мережа 2013 року має вищу структурну інтегрованість більший спектральний розрив, що забезпечує стійкість до фрагментації та швидке зростання параметра порядку при підвищенні сили

зв'язку. Мережа 2019 року продемонструвала прискорений, але переважно локальний характер синхронізації та низьку здатність до глобальної когерентності. Це є наслідком децентралізованої топології та меншого розміру сильно зв'язної компоненти. Аналіз фазових діаграм підтвердив наявність обмеженої здатності обох мереж до глобальної синхронізації, оскільки параметр порядку залишався низьким у всьому діапазоні сил взаємодії, що вказує на фрагментованість операційної структури. У надкритичному режимі мережа 2013 року досягала вищого рівня когерентності та значно швидше виходила на усталений стан, що дозволяє ототожнити її з централізованою системою hub-and-spoke, тоді як мережа 2019 року має властивості point-to-point із вразливістю до втрати ключових вузлів та зв'язків.

Зроблено висновок, що швидкість передачі вагонопотоків визначається не лише величиною взаємодії між станціями, а передусім топологічною сформованістю мережі, здатністю до глобальної інтеграції та розміром компоненти, що забезпечує інформаційний перенос. Подальші дослідження запропоновано спрямувати на глибше розуміння внутрішньої просторової структури SCC та виявлення локальних концентрацій синхронізованої активності шляхом переходу до аналізу її кластерної організації. Для цього доцільно застосувати методи неконтрольованого навчання, зокрема кластеризацію вершин за алгоритмом DBSCAN, який дає змогу ідентифікувати щільні підмножини станцій із подібною фазовою поведінкою без попереднього визначення кількості кластерів.

- [1] Butko, T., Prokhorchenko, A., Golovko, T., & Prokhorchenko, G. Development of the method for modeling the propagation of delays in non-cyclic train scheduling on the railroads with mixed traffic. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 1(3):91, P. 30–39. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123141>
- [2] Kyman, A., Prokhorchenko, A., Panchenko, A., Zolotarov, S., Kravchenko, M., Prokhorchenko, H., & Orda, O. (2025). Devising of a method for analysing the propagation speed of car flows in a train formation plan based on synchronisation theory in complex networks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (137), 56–67. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.341559>
- [3] Lei L., Han W. Junzhong Yang Kuramoto model with correlation between coupling strength and natural frequency. *Chaos, Solitons & Fractals*. 2021. Vol. 144. 110734. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2021.110734>
- [4] Ester, M., Kriegel, H.-P., Sander, J., & Xu, X. (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, 226–231.