



УДК 625.1

STUDY OF MECHANISMS FOR INTEGRATING UKRAINE'S RAILWAY NETWORK INTO THE TRANS-EUROPEAN TRANSPORT NETWORK ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ІНТЕГРАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ ДО ТРАНСЄВРОПЕЙСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

Balesta O.S. / Балеста О.С.

postgraduate student / аспірант

ORCID: 0009-0007-7447-3600

State University of Infrastructure and Technologies,

Kyiv, Kyrylivska, 9, 04071

Державний університет інфраструктури та технологій,

Київ, вул. Кирилівська, 9, 04071

Анотація. В роботі розглядається значення інтеграції залізничної мережі України до Трансєвропейської транспортної мережі (TEN-T). В умовах нинішніх євроінтеграційних процесів і зміцнення економічних зв'язків з ЄС, розвиток залізничної інфраструктури України стає особливо актуальним. Наукові дослідження в цій сфері допомагають ідентифікувати потенційні можливості та виклики, визначити найкращі шляхи розвитку інфраструктури та впливати на стратегію розвитку залізничної мережі України.

Ключові слова: Інтеграція, залізнична мережа України, Трансєвропейська транспортна мережа, залізнична інфраструктура, залізниця.

Вступ.

Актуальність тематики інтеграції залізничної мережі України до Трансєвропейської транспортної мережі (TEN-T) є надзвичайно важливою в умовах сучасності. По-перше, стратегічні зміни, що відбуваються в Україні, зокрема законодавчо закріплений курс на євроінтеграцію та військові події, значно підвищують вагомість розвитку залізничної інфраструктури. По-друге, зміцнення економічних зв'язків з країнами-членами Європейського Союзу та значна зміна міграційних тенденцій України з 2022 року підкреслюють важливість інтеграції національної транспортної системи до європейської мережі.

Інвестиції в транспортні коридори мають значний мультиплікативний ефект для всієї економіки країни, про що йдеться у [1]. Аналіз даних 121-ї країни встановив, що збільшення інвестицій у транспортні коридори на 1% призводить до зростання ВВП на 0,5%. Країни з розвинутою транспортною інфраструктурою мають на 20% вищий рівень зовнішньої торгівлі порівняно з країнами, де така інфраструктура менш розвинена [1].

Наукові дослідження з цієї теми є необхідними для розуміння значних можливостей та викликів, пов'язаних з інтеграцією національної залізниці до TEN-T. Вивчення цих аспектів дозволить визначити оптимальні шляхи розвитку залізничної інфраструктури, що сприятиме підвищенню ефективності національної транспортної системи. Це, в свою чергу, сприятиме економічному розвитку України та її інтеграції до європейського простору.

Практичні результати цих досліджень можуть мати значний вплив на прийняття рішень щодо подальшої стратегії розвитку залізничної мережі України. Зокрема, вони можуть допомогти у впровадженні сучасних



технологічних інновацій, використанні найкращого міжнародного досвіду та врахуванні експертних думок. Це дозволить підвищити ефективність та надійність національної транспортної системи, що є ключовим фактором для економічного розвитку країни.

Тому дослідження, присвячені інтеграції залізничної мережі України до Трансевропейської транспортної мережі, є актуальними та необхідними для забезпечення сталого розвитку національної транспортної системи та економічного зростання України.

Основний текст

Аналіз даних та постановка проблеми.

Розглядаючи проблематичні розглядаються проблематичні аспекти інтеграції України до TEN-T вартує визначити найвпливовіший з них, а саме - різниця в ширині колії між Україною та ЄС [2]. Україна використовує ширину колії 1520 мм, тоді як більшість країн ЄС використовують колію зі стандартом 1435 мм. Це створює технічні бар'єри для інтеграції національної залізничної мережі до TEN-T, які потребують вирішення через модернізацію інфраструктури.

Таким чином, одні із сновних викликів інтеграції до TEN-T, пов'язані з тим що Польща, Угорщина, Словаччина та Румунія, які межують з Україною, мають свою основну мережу залізниць засновану на ширині колії 1435 мм. Тому у більшості випадків потребується, як мінімум одна додаткова технологічна операція для забезпечення подальшого руху вантажу чи пасажирів, що курсують з/до України. Це може бути зміна вагонних візків для колії 1435 мм, які відповідають вимогам відповідно до УМВС та угодам щодо пасажирського руху, перевантаження вантажу або пересадка пасажирів до іншого рухомого складу. Такі перевезення також потребують зміни тягового рухомого складу, що викликають значні додаткові витрати, та операційної узгодженості між двома залізничними системами. Слід зазначити і про існуючу проблематику національної залізничної мережі, а саме низький рівень швидкості через стан залізничної інфраструктури спричинений бюджетними обмеженнями [3].

Важливим аспектом інтеграції, є також впровадження Європейської системи управління залізничним рухом (ERTMS). Залізнична мережа України має гірший технологічний рівень управління та організації руху у порівнянні з системою ERTMS, що використовується на європейській мережі [3]. Ця система є частиною заходів щодо інтеграції української залізниці до TEN-T, оскільки її впровадження забезпечує інтеоперабельність національних залізничних систем, знижуючи витрати на закупівлю та обслуговування систем сигналізації, а також підвищуючи швидкість поїздів, пропускну здатність інфраструктури та рівень безпеки на залізничному транспорті [2]. В роботі [4] докладно розглядаються технічні аспекти та переваги системи ERTMS. Детальний аналіз системи управління та забезпечення безпеки руху поїздів ERTMS/ETCS та її технічних характеристик при інтеграції системи в національній залізничній мережі на прикладі ділянки Клесів – Страшів також викладено у роботі [5]. Таким чином, більшість аспектів роботи системи



ERTMS, в частині її впровадження, вже представлені значними науковими роботами.

Отже залізнична система України наразі несумісна із більшістю залізничних систем ЄС. Інтеграція системи залізничної колії є важливою для майбутнього економічного та соціального розвитку України. Варто зазначити, що залізнична мережа з шириною колії 1520 мм і більше застосовується для перевезення великої кількості важких насипних вантажів (зернові, вугілля, руда, щебінь тощо) в першу чергу через вище навантаження на вісь, до 25 т/вісь та більші доступні габаритні розміри рухомого складу, що дозволяє застосовувати інноваційні вагони з підвищеною вантажопідйомністю [3]. Частка зазначених вантажів у структурі перевезень АТ «Укрзалізниця», складає більше 80% у 2022 році [6]. При цьому частка залізничного транспорту у вантажних перевезеннях країни в 2021 році склала 51% [7].

Отже, враховуючи зазначене, важливо забезпечити можливість національної системи зберегти свою здатність задовольняти, як мінімум поточний рівень попиту на перевезення в процесі інтеграції до європейської мережі.

Слід зазначити, що в Пропозиціях Європейської Комісії зазначено обов'язок переходу мережі TEN-T на колію 1435 мм, проте можуть визначитися лінії, які не будуть переходити на стандартну ширину колії 1435 мм. Таким чином інтеграція національної залізничної мережі до TEN-T можлива без переходу на колію 1435 мм. В роботі [8] аналізується впровадження новітніх технологій для забезпечення сумісності рухомого складу на коліях різних стандартів. Зокрема, у [8] зазначається, що впровадження автоматичних систем зміни ширини колії може значно підвищити ефективність транспортних коридорів - скоротити час на зміну колії на 30%, що сприяє збільшенню обсягів перевезень і зниженню витрат на логістику.

Враховуючи вищезазначене, повний перехід у найкоротший термін на стандартну колію 1435 мм не є ані бажаним, ані реалістичним варіантом враховуючи досить розгалужену та густу залізничну мережу України, експлуатаційна довжина якої сягає 19 772,2 км. Таким чином, швидше за все, українська залізнична система буде поєднувати колії 1520 мм і 1435 мм.

Отже основна увага існуючих наукових праць приділяється визначенню інтеграційній доцільності національної системи до TEN-T та розкриттю певним технологічним рішенням, які можуть бути застосовані на тій чи іншій ділянці національної транспортної системи в контексті інтеграції до європейської мережі.

Більшість наукових статей з теми інтеграції української залізничної системи до TEN-T не систематизують основні варіанти інтеграції національної системи до європейської. Не існує вичерпного переліку всіх можливих варіантів приєднання/переходу, які варто розглядати при прийнятті рішення про інтеграцію. Спробу узагальнити перелік варіантів було зроблено у [3], проте перелічені варіанти не є вичерпними та потребують відповідного групування.

Враховуючи припущення щодо часткової розбудови стандартної колії 1435



мм на території України з одночасним повноцінним функціонуванням мережі 1520 мм, дана стаття присвячена пошуку можливих варіантів інтеграції національної залізничної мережі до мережі зі стандартною колією 1435 мм шляхом модернізації/будівництва, а також узагальненню та систематизації таких варіантів.

Мета та задачі дослідження.

Метою дослідження є систематизація та визначення варіантів модернізації національної залізничної мережі для інтеграції до TEN-T зі стандартною колією 1435 мм. Це дозволить створити структурований набір варіантів, який можна буде використовувати для визначення оптимального рішення модернізації/будівництва в залежності від конкретної ділянки залізничної мережі та інших вимог, які можуть бути визначені.

Для досягнення мети була поставлена задача - визначення структурованого підходу та основних опцій, які можуть бути використані для такої модернізації. В подальшому, відповідний структурований підхід та опції можуть бути використані, як базис загального технічного рішення на етапі попереднього техніко економічного обґрунтування.

Матеріали та методи досліджень.

Об'єктом дослідження є залізнична мережа України, яка потребує модернізації для інтеграції до TEN-T зі стандартною колією 1435 мм. Основна гіпотеза дослідження полягає в тому, що систематизація та визначення існуючих варіантів модернізації дозволить створити структурований набір варіантів, який можна буде використовувати для визначення оптимального рішення модернізації в залежності від конкретної ділянки залізничної мережі та її специфічних потреб.

Прийняті в роботі припущення.

1. Існуючі варіанти модернізації можуть бути адаптовані до умов національної залізничної мережі України.
2. Технічні та організаційні підходи, використані в інших країнах, можуть бути застосовані в Україні з урахуванням місцевих особливостей.
3. Дослідженні не розглядаються конкретні ділянки залізничної мережі, їх геодезичні та інші особливості. Це не означає, що всі варіанти модернізації можуть бути застосовані до будь-якої конкретної ділянки без додаткового аналізу та адаптації.

Результати дослідження.

Міжнародний досвід функціонування стандартної ширини колії 1435 мм поряд з іншими стандартами є досить розповсюдженим, особливо в Європі, де країни прагнуть до інтеграції та взаємодії своїх залізничних систем.

Проте найбільш релевантним досвідом є досвід Іспанії. В Іспанії, традиційно використовувалася іберійська ширина колії 1668 мм, але з 1992 року всі нові високошвидкісні залізничні лінії будуються зі стандартною шириною колії 1435 мм. Це забезпечує безперервне з'єднання з французькою залізничною системою та іншими європейськими державами.

Також слід відзначити проєкт Rail Baltica, який є прикладом міжнародного співробітництва з метою інтеграції Балтійських країн у європейську залізничну



мережу. Цей проєкт передбачає будівництво нової залізничної лінії стандартної ширини колії 1435 мм, яка з'єднає Польщу, Литву, Латвію, Естонію та опосередковано Фінляндію, створюючи пряме залізничне сполучення між Північною та Центральною Європою. Основна залізнична мережа цих країн, окрім Польщі, побудована на стандарті 1520-1524 мм.

Зазначена практика демонструє, як лінії з різною шириною колії можуть співіснувати та ефективно функціонувати в рамках транспортної системи, забезпечуючи гнучкість та інтеграцію між різними залізничними мережами.

В Україні визначено три основні опції щодо розгортання магістральних ліній стандартної колії 1435 мм, які можуть вплинути на вибір при інтеграції національної мережі до TEN-T.

Опції розділяються в залежності від способу створення системи 1435 мм: будівництво окремої незалежної лінії, повний перехід лінії з 1520 мм на 1435 мм та частковий перехід шляхом модернізації. Останній варіант, у свою чергу, розподіляється на опції, які ґрунтуються на кількості та типі магістральних ліній після модернізації, що може використовувати рухомий склад для колії 1435 мм. (рисунок 1)

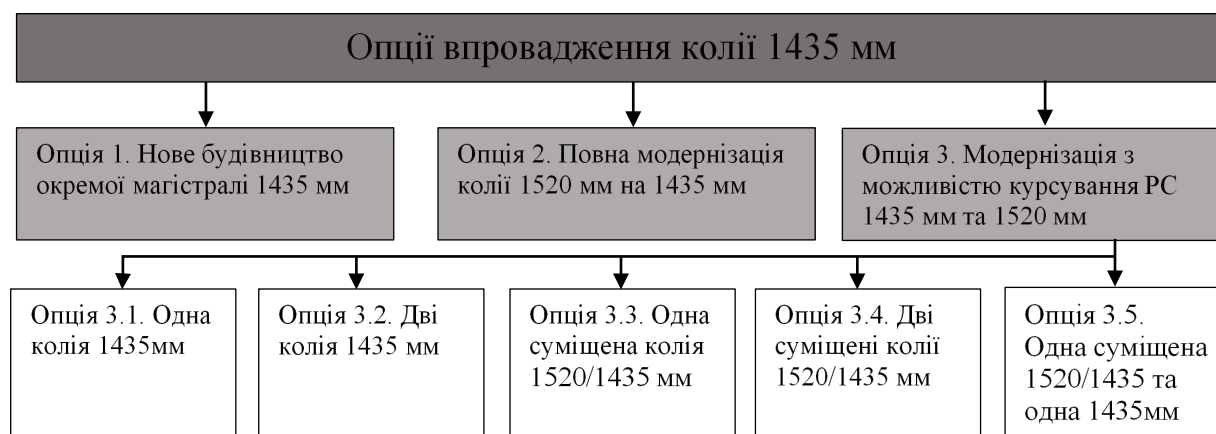


Рисунок 1 - Опції впровадження колії 1435 мм в залежності від способу створення, к-сті та типу ліній 1435 мм

Опція 1 передбачає будівництво відокремлених ліній 1435 мм.

Така опція є найбільш прийнятною в першу чергу для збільшення швидкісного режиму та відокремлення операцій з управління рухом на коліях 1435 мм від загальної мережі 1520 мм. Параметри існуючих ліній (відстань, радіус кривих, ухили тощо) не завжди дозволяють забезпечити підвищену швидкість, тому нова колія має проходити не залежно від розташування існуючої.

Опція 2 передбачає повну модернізацію лінії 1520 мм на лінію 1435 мм.

Зазначена опція є найбільш прийнятною у разі відсутності значного попиту на перевезення колією 1520 мм або у разі, якщо перехід на таку лінію є економічно та соціально виправданий.

Опція 3 передбачає модернізацію існуючих ліній для забезпечення можливості курсування рухомого складу 1435 мм та збереження можливості курсування рухомого складу 1520 мм.



Враховуючи важливість збереження здатності української залізниці задовольняти, як мінімум поточний рівень попиту на перевезення в процесі інтеграції до європейської мережі, така опція є найбільш реалістичною.

В рамках Опції 3, в залежності від кількості та типів колій, які утворені після трансформації для транспортування рухомого складу 1435мм, можливо виокремити наступні варіанти:

Опція 3.1. В результаті модернізації/будівництва сформована одна стандартна колія 1435 мм на лінії (рисунок 2).

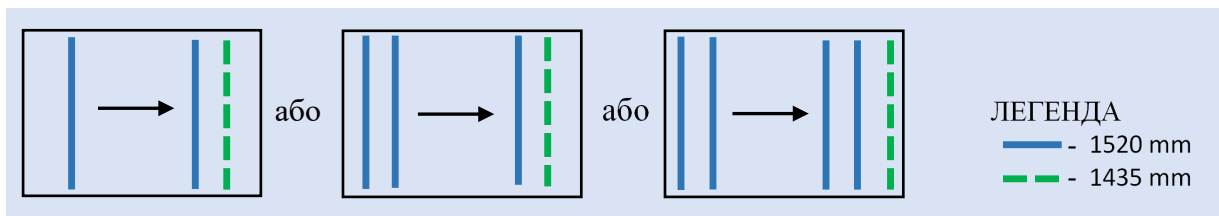


Рисунок 2 - Візуалізація Опції 3.1

Опція 3.2. В результаті модернізації/будівництва сформовано дві стандартні колії 1435 мм на лінії (рисунок 3).

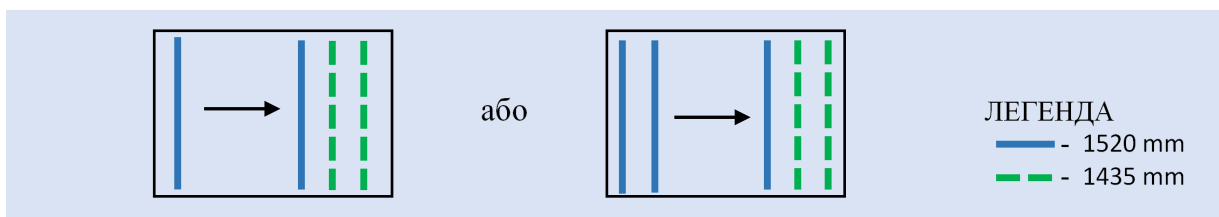


Рисунок 3 - Візуалізація Опції 3.2

Опція 3.3. В результаті модернізації/будівництва сформована одна суміщена колія 1435/1520 мм на лінії (рисунок 4).

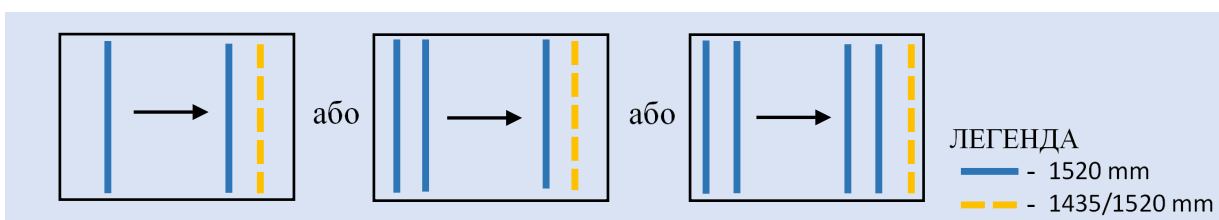


Рисунок 4 - Візуалізація опції 3.3

Опція 3.4. В результаті модернізації/будівництва сформовано дві суміщенні колії 1435/1520 мм на лінії (рисунок 5).

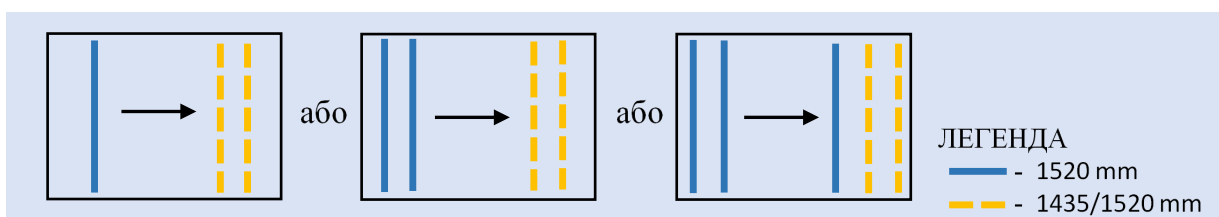


Рисунок 5 - Візуалізація опції 3.4



Опція 3.5. В результаті модернізації/будівництва сформовано на лінії одна суміщена колія 1435/1520 мм та одна стандартна колія 1435 мм (рисунок 6)

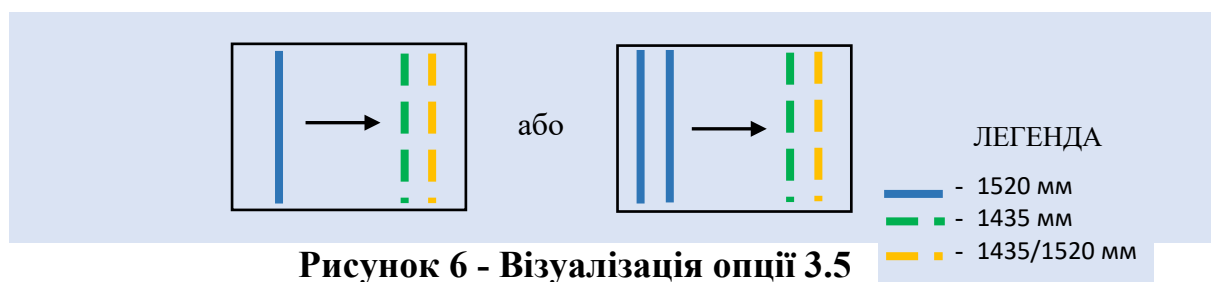


Рисунок 6 - Візуалізація опції 3.5

Висновки.

У даній роботі було систематизовано та проаналізовано основні варіанти інтеграції залізничної мережі України до Трансевропейської транспортної мережі (TEN-T). Було визначено, що більшість наукових статей не пропонують систематизувати можливі варіанти інтеграції, що ускладнює прийняття оптимальних рішень. Враховуючи міжнародний досвід, зокрема Іспанії та проекту Rail Baltica, було розглянуто три основні опції для України: будівництво окремих ліній 1435 мм, повний перехід ліній з 1520 мм на 1435 мм та частковий перехід шляхом модернізації, у якого виділено ще додатково п'ять підодій.

В роботі запропонований підхід до систематизації та групування можливих варіантів модернізації, що дозволить створити структурований набір опцій, які можуть бути використані для визначення оптимальних рішень залежно від конкретної ділянки залізничної мережі та її специфічних потреб та може мати вагомий вплив на стратегію розвитку національної залізничної системи.

Література:

1. Prytula K., Melnyk M., Kurowska-Pysz J., Ivasyk H., Kalat Y., Leshchukh I. Economic and Functional Dimensions of the Development of International Transport Corridors in the Context of Globalization // *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики.* – 2024. – Т. 2 (55). DOI: 10.55643/fcaptp.2.55.2024.4353.
2. Kostiuchenko A. The TEN-T Transport Network: How the European Union Sees Development of Ukraine's Infrastructure // <https://en.cfts.org.ua/articles/the-ten-t-transport-network-how-the-european-union-sees-development-of-ukraines-infrastructure>.
3. JASPERS Team. A strategy for the EU integration of the Ukrainian and Moldova rail systems. Published by the European Commission on 11.07.2023. Available at: <https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/a-strategy-for-the-eu-integration-of-the-ukrainian-and-moldovan-rail-systems>.
4. Basile D., H.ter Beek M., Ferrari A., Legay A. Exploring the ERTMS/ETCS full moving block specification: an experience with formal methods // *International Journal on Software Tools for Technology Transfer.* – 2022. – Vol. 24. – pp. 351–370. DOI: 10.1007/s10009-022-00653-3.



5. Самсонкін В.М., Юрченко О.Г., Круглик С.Ю. Впровадження системи ERTMS/ETCS в умовах залізниць України // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2022. – Том 27, № 4. – DOI:<https://doi.org/10.18664/ikszt.v27i4.271399>.

6. Підсумки роботи залізничного транспорту України у 2022 році // Національний інститут стратегічних досліджень, 2023. –Електронне видання:<https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/pidsumky-roboty-zaliznychnoho-transportu-ukrayiny-u-2022-r>

7. Дані Державної служби статистики України, 2022 // Електронне видання: <https://stat.gov.ua/uk/topics/transport>.

8. Martsenyuk L., Kovalenko-Marchenkova Y., Furfaro R.D. Directions of Integration of Railway Transport of Ukraine into the European Railway Network //Philosophy, Economics and Law Review. – 2022. – Volume 2, no. 2.– DOI: 10.31733/2786-491X-2022-2-96-109

Abstract. *The study examines the importance of integrating Ukraine's railway network into the Trans-European Transport Network (TEN-T). In the context of current Eurointegration processes and strengthening economic ties with the EU, the development of Ukraine's railway infrastructure becomes particularly relevant. Scientific research in this area helps to identify potential opportunities and challenges, determine the best ways to develop infrastructure, and influence the strategy for developing Ukraine's railway network.*

Key words: *Integration, Ukraine's railway network, Trans-European Transport Network, railway infrastructure, railway.*

Науковий керівник: к.т.н., доцент Щербина Р.С.

Стаття надіслана: 24.10.2024.

© Балеста О.С.