

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ В НЕСТАБІЛЬНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УОШПП.300.00.00.000 ПЗ

Розробила студент групи 221-ОПУТ-Д23
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 Олександр ЗУЙ

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Денис КОНСТАНТИНОВ

Рецензент: професор, докт. техн. наук

Денис ЛОМОТЬКО

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 “Транспортні технології (на залізничному транспорті)”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри УЕР,
професор, д.т.н.



Тетяна БУТЬКО

«_18_» __березня__ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Зую Олександру Віталійовичу

1. Тема роботи «Удосконалення організації швидкісних пасажирських перевезень в нестабільних умовах експлуатації»
керівник Константинов Денис Володимирович, канд. техн. наук, доцент
затверджено розпорядженням по факультету УПП №04/25 від 24 лютого 2025 р.
2. Строк подання студентом роботи 16 червня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи: Аналіз досвіду країн Європи в організації швидкісних та високошвидкісних перевезень; схеми курсування швидкісних поїздів Інтерсіті, пасажиропотоки за різні періоди часу; аналіз актуальних наукових праць з питань удосконалення пасажирських перевезень.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз розвитку швидкісного руху в системі залізничних пасажирських перевезень України. 2. Аналіз зміни розмірів швидкісних пасажирських перевезень регіональних філій АТ «Укрзалізниця». 3. Формування комплексу моделей удосконалення організації швидкісних перевезень. 4. Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованих заходів. Висновки.
5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: тема кваліфікаційної роботи; мета і задачі дослідження; об'єкт, предмет та методи дослідження; елементи наукової новизни; організаційні заходи щодо підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств залізничного транспорту; Українська залізнична швидкісна компанія; динаміка зміни швидкості руху і часу у дорозі поїздів Інтерсіті+ за 10 років; аналіз кількості перевезених пасажирів

швидкісними поїздами Інтерсіті/Інтерсіті+; порівнювальна інфографіка швидкісних можливостей європейських залізничних систем; цільова функція та система обмежень моделі оптимізації розмірів руху; розрахунок середньої населеності швидкісного поїзда і дисперсії досліджуваної величини; порівняння фактичного і нормального розподілу населеності швидкісного поїзда; сімейство апроксимованих інтегральних кривих усіченого нормального розподілу населеності швидкісних поїздів; результати розрахунку економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти окремих розділів роботи

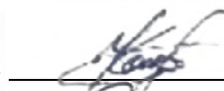
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованих заходів	доцент Гриценко Н.В.		

7 Дата видачі завдання 24 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

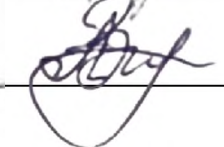
№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.03.25	виконано
2	Аналіз розвитку швидкісного руху в системі залізничних пасажирських перевезень України.	23.03.25	виконано
3	Аналіз зміни розмірів швидкісних пасажирських перевезень регіональних філій АТ «Укрзалізниця»	20.04.25	виконано
4	Формування комплексу моделей удосконалення організації швидкісних перевезень	11.05.25	виконано
5	Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованих заходів	25.05.25	виконано
6	Висновки	05.06.25	виконано
7	Оформлення роботи	16.06.25	виконано

Керівник



Денис КОНСТАНТИНОВ

Студент



Олександр ЗУЙ

Анотація

Майбутнє пасажирського залізничного транспорту України безпосередньо пов'язане з модернізацією існуючих швидкісних магістралей та стратегічним впровадженням високошвидкісного сполучення. Зростання вимог суспільства до якості обслуговування, комфорту та мобільності в умовах інтеграції України до європейського простору вимагає принципово нових технологічних рішень. Особливої ваги це питання набуває через високу питому трудомісткість пасажирських перевезень (яка втричі перевищує вантажні), а також через роботу залізничної мережі в умовах особливого воєнного стану.

Ключові слова: швидкісні пасажирські перевезення, залізничний транспорт, пасажиропотік, розміри руху, оптимізація перевезень.

Об'єкт дослідження – процес організації швидкісних пасажирських залізничних перевезень.

Предмет дослідження – структура та параметри пасажиропотоків швидкісних сполучень, розміри руху та місткість швидкісних поїздів.

Для розв'язання поставлених завдань використано комплексний підхід, що включає методи натурного спостереження, системного та статистичного аналізу. Моделювання систем визначення оптимальних розмірів руху та місткості рухомого складу реалізовано з використанням методів цілочисельного лінійного програмування.

В роботі проведено детальний аналіз сучасної вітчизняної системи швидкісного руху, світового досвіду організації високошвидкісних магістралей та сучасних наукових розробок у цій галузі. Досліджено структуру, динаміку та специфічні параметри нерівномірності пасажиропотоків у поїздах швидкісних категорій в умовах сьогодення. Розроблено та математично обґрунтовано оптимізаційну модель визначення розмірів руху високошвидкісних поїздів. Обчислено та визначено раціональні параметри місткості пасажирських транспортних засобів під наявні обсяги перевезень.

Annotation

The future of passenger rail transport in Ukraine is directly linked to the modernization of existing high-speed lines and the strategic implementation of high-speed rail services. Increasing public demands for service quality, comfort, and mobility within the context of Ukraine's integration into the European space necessitate fundamentally new technological solutions. This issue becomes of particular importance due to the high specific labor intensity of passenger transport (which is three times higher than that of freight transport), as well as the operation of the railway network under a special state of martial law.

Keywords: high-speed passenger rail transport, railway transport, passenger traffic, frequency of train service, train capacity.

The object of the study is the process of organizing high-speed passenger rail transport.

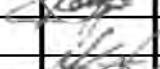
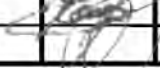
The subject of the study is the structure and parameters of passenger traffic flows on high-speed routes, the frequency of train service, and the capacity of high-speed trains.

To solve the assigned tasks, a comprehensive approach was used, including methods of field observation, system analysis, and statistical analysis. The modeling of systems for determining the optimal frequency of train service and rolling stock capacity was implemented using integer linear programming methods.

The study provides a detailed analysis of the current domestic high-speed rail system, global experience in organizing high-speed lines, and contemporary scientific developments in this field. The structure, dynamics, and specific parameters of passenger traffic non-uniformity in high-speed category trains under current conditions were investigated. An optimization model for determining the frequency of high-speed train service was developed and mathematically substantiated. Rational capacity parameters for passenger transport vehicles were calculated and determined to match the existing transport volumes.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Аналіз розвитку швидкісного руху в системі залізничних пасажирських перевезень України	9
1.1 Розвиток швидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті в Україні і їх вплив на конкурентоспроможність	9
1.2 Аналіз досвіду розвитку швидкісних і високошвидкісних магістралей в Європі та перспективи для України	18
1.3 Сучасний стан та перспективи розвитку швидкісних перевезень в Україні в умовах прагнення до інтеграції залізниць України в транспортну мережу ЄС	23
1.4 Розвиток мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень	33
2 Аналіз зміни розмірів швидкісних пасажирських перевезень регіональних філій АТ «Укрзалізниця»	39
3 Формування комплексу моделей удосконалення організації швидкісних перевезень	48
3.1 Моделювання системи визначення розмірів руху швидкісних поїздів на ділянці	48
3.2 Математична модель формування пасажиропотоків як основа методики визначення потрібної кількості вагонів у складі швидкісних поїздів	56
4 Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованих заходів	68

					УОШПП.300.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Зуй				Удосконалення організації швидкісних пасажирських перевезень в нестабільних умовах експлуатації	Лит.	Лист	Листів
Перевір.	Константинов						4	84
Н. Контр.	Константинов					УкрДУЗТ		
Затв.	Буцько							

Висновки

77

Список використаної літератури

80

					УОШПП.300.00.00.000 ПЗ	7
						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Вступ

Майбутнє пасажирських перевезень на залізничному транспорті України залежить від подальшого розвитку і удосконалення швидкісних магістралей, а надалі - впровадження високошвидкісних сполучень. Разом з цим зростають вимоги до якості обслуговування пасажирів для повного задоволення бажань населення в перевезеннях. Досягти цього можливо лише впровадженням нових технологій в плануванні та організації швидкісних перевезень.

Швидкісні пасажирські перевезення грають важливу соціальну і економічну роль. Вони потребують особливої уваги та підвищеної відповідальності організаційної роботи враховуючи рівень їх значимості. Взагалі, трудомісткість пасажирських перевезень в 3 рази більше трудомісткості вантажних. Тому чітка організація перевезень і високоякісне обслуговування неможливе без інтенсифікації праці всіх робітників, зв'язаних з обслуговуванням пасажирів та введення нових технологій прогнозування і організації швидкісних пасажирських перевезень.

Актуальність теми. Розвиток залізничного транспорту спрямований на забезпечення зростаючих потреб у перевезеннях пасажирів в умовах зростаючої економіки України за дотримання високих стандартів якості в обслуговуванні споживачів. Це можливо на основі ефективного функціонування й модернізації залізничного транспорту, постійного оновлення техніки, впровадження сучасних технологій обслуговування, вдосконалення процесів організації праці й управління на залізничному транспорті та ін.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення конкурентоспроможності швидкісних пасажирських перевезень шляхом надання більш якісних транспортних послуг за рахунок удосконалення технологічного та організаційного забезпечення цих перевезень.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку високошвидкісних пасажирських перевезень, а також недостатні досягнення в цьому напрямку в Україні, обрана тема набуває особливої актуальності, оскільки спрямована на вирішення важливого науково-технічного завдання покращення організації залізничних швидкісних пасажирських перевезень.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є удосконалення організації швидкісних пасажирських перевезень в умовах особового положення в Україні шляхом моделювання процесів оптимізації регулювання розмірів руху та місткостей швидкісних поїздів з метою подальшого розвитку програм інтеграції до швидкісних залізничних мереж Європи.

Реалізація поставленої мети потребує постановки та вирішення таких основних задач:

- аналіз сучасної системи організації швидкісних перевезень на залізницях України та світового досвіду швидкісного і високошвидкісного руху;
- аналіз сучасних наукових розробок з удосконалення швидкісних та високошвидкісних перевезень;
- аналіз пасажиропотоків у поїздах швидкісних категорій;
- моделювання системи визначення розмірів руху високошвидкісних поїздів;
- дослідження структури і параметрів пасажиропотоків та визначення місткості швидкісних поїздів.

Об'єкт дослідження – організація швидкісних пасажирських перевезень.

Предмет дослідження – структура та параметри пасажиропотоків швидкісних сполучень, розміри руху та місткість швидкісних поїздів.

Методи дослідження. Для реалізації поставлених задач в роботі використовувались методи натурного спостереження та системного аналізу. Для моделювання систем визначення оптимальних розмірів руху та місткості

транспортних засобів використовувались методи цілочисельного лінійного програмування та статистичного аналізу.

Елементи наукової новизни. З метою підвищення раціональності використання швидкісного рухомого складу з урахуванням нерівномірності пасажиропотоків і перспектив розвитку міжнародних високошвидкісних перевезень в роботі було удосконалено моделі визначення оптимальних розмірів руху та місткості швидкісного рухомого складу за рахунок розширення в моделі комплексу врахованих параметрів перевізного процесу. Практичні рекомендації призначено для корегування технологічних процесів роботи пасажирських станцій, що обслуговують швидкісний рух.

Публікації. Відповідно до теми кваліфікаційної роботи опубліковано дві тези: у Збірнику тез доповідей 5-ї МНТК «Інтелектуальні транспортні технології – ІТТ-2024» [1] та у Збірнику тез доповідей 21-ї МНТК «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика» [43].

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та презентації.

В ході підготовки та виконання роботи автором була використана інформація, у тому числі текст, алгоритми, методики проведення аналізу, досліджень, визначення певних характеристик, параметрів та вихідних даних, розрахунків тощо, які містяться у джерелах [1 – 43], наведених у списку використаних джерел, а також інформація, отримана в результаті консультування з керівником роботи, науковими, науково-педагогічними працівниками та іншими особами, яка є неопублікованими авторськими напрацюваннями (найсучасніша інформація дослідницького, інноваційного характеру), дозволеними для використання автору цієї роботи виключно при виконанні тільки цієї дипломної роботи.

1 Аналіз розвитку швидкісного руху в системі залізничних пасажирських перевезень України

1.1 Розвиток швидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті в Україні і їх вплив на конкурентоспроможність

Реформування залізничного транспорту України, спрямоване на поступову інтеграцію в систему міжнародних транспортних мереж і сполучень Європи, потребує вирішувати складні питання адаптації до роботи в ринкових умовах господарювання. В умовах загального падіння обсягів перевезень за останні роки відбувається також їх перерозподіл між видами транспорту, особливо на користь автомобільного, частка якого зростає в перевезеннях пасажирів, експортних та імпортованих вантажів [3].

Підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на транспортному ринку України і всієї Європи є важливим завданням. Необхідне вирішення цілого комплексу проблем, пов'язаних з підвищенням конкурентоспроможності структурних підрозділів залізничного транспорту: приведення основних засобів, трудових і матеріальних ресурсів у відповідність до об'ємів перевезень; забезпечення сучасних потреб економіки і населення в перевезеннях; реформування системи управління з орієнтацією на сприяння науково-технічному прогресу і впровадження передових науково-технічних розробок і досягнень; покращення взаємодії з іншими, видами транспорту і внутрішньогалузевими структурами тощо. Все це потребує розробки теоретичних підходів і практичних рекомендацій щодо підвищення рівня конкурентоспроможності в умовах євроінтеграції і стабілізації економіки. В процесі дослідження оцінки конкурентоспроможності можна відмітити, що найбільш об'єктивний результат можна отримати за допомогою методів комплексної оцінки, які

включають визначення групового та одиничного показників конкурентоспроможності залізничного транспорту України [13]. Зазначена методика свідчить про необхідність організації роботи по підборі великої кількості вихідних даних, обробка яких не гарантує обґрунтованих висновків о конкурентоспроможності всієї системи.

Залізничний транспорт – один з основних видів транспорту загального користування в Україні. Він керується компанією АТ «Укрзалізниця» і являє собою єдиний виробничо-технологічний комплекс, що розділений на регіональні філії (залізниці), і включає велику кількість структурних підрозділів - підприємства та установи виробничого та соціально-побутового призначення. Виробничо-технологічний комплекс залізничного транспорту являє собою складну інфраструктуру мереж залізниць, споруд, пристроїв, що безпосередньо забезпечують потреби в перевезеннях [2]. Він займає перше місце за вантажообігом і пасажирообігом серед усіх видів транспорту в Україні і має важливе значення для забезпечення внутрішніх і міжнародних сполучень на далекі відстані. Українські залізниці мають великий потенціал для виконання пасажирських і вантажних перевезень, а характер розташування найбільших міст і розподіл промислових регіонів сприяють розвитку всіх видів сполучень, в тому числі міжнародних, і потребують підвищення швидкісних стандартів в експлуатації.

АТ «Укрзалізниця» об'єднує 6 залізниць: Львівську, Південно-Західну, Південну, Донецьку, Придніпровську та Одеську. АТ «Укрзалізниця» здійснює більше 70% вантажоперевезень в Україні і більш ніж 50% пасажирських перевезень. В умовах реформування і розвитку економіки України, зміни її геополітичного статусу і особового положення в країні, військового стану і підвищеної небезпеки, необхідною є зважена державна транспортна політика, спрямована на розвиток транспортних зв'язків з Європою. Війна та економічна криза справили руйнівний вплив на транспортний сектор і особливо залізничний транспорт. Так, обсяги транспортної роботи за вісьмирічний період скоротилися більше, як у 4,0 рази

з усіма негативними наслідками та, перш за все, в галузі знизилася забезпечення процесів простого відтворення основних фондів [5].

На залізничному транспорті в останні роки майже в 10 разів скоротилися темпи оновлення основних виробничих фондів. Це призвело до значного погіршення стану виробничо-технічного забезпечення структурних підрозділів регіональних філій залізничного транспорту, гальмування програм його розвитку, що створює загрозу надійності та безпечному функціонуванню залізничних мереж. За таких умов залізничний транспорт, як провідний в Україні, потребує термінового вирішення всіх питань по забезпеченню його інвестиційно-інноваційного розвитку та підвищення якісних показників роботи. Аналіз транзитних вантажопотоків через територію України в 2017-2021 рр. за видами транспорту (таблиця 1.1) показує, що обсяги перевезень залізничним транспортом складають більшу частку вантажопотоків [4].

Таблиця 1.1 - Аналіз транзитних вантажопотоків через територію України в 2017-2021 рр.

Рік	Залізничний транспорт	Автомобільний транспорт	Авіаційний транспорт
2017	379305,5	2813318,1	6463,3
2018	388794,1	2240345,3	6502,7
2019	389157,6	2025892,9	8177,9
2020	164951,6	2019424,9	10544,6
2021	157963,4	1906853,1	13629,0

У зазначений період відбулося зменшення обсягів перевезень вантажів залізничним транспортом на 60 %, що частково пов'язано зі збільшенням на транспортному ринку долі перевезень автомобільним транспортом.

В останні роки уряд України приділяє значну увагу питанням розвитку транзитного потенціалу країни, і вже сьогодні можна стверджувати про

досягнення конкретних результатів у цьому напрямку, що є дуже актуальним для прискорення процесів євроінтеграції. Однак характер і глибина проблем залізничного транспорту України, як одного з провідних в міжнародних транспортних сполученнях, на сучасному етапі реформування обмежує можливість якісного та своєчасного виконання стратегічно важливих інвестиційно-інноваційних проектів.

Для досягнення високої ефективності виробничої діяльності і підвищення рівня конкурентоспроможності на залізничному транспорті необхідно постійно проводити оцінку економічних, фінансових, технічних і технологічних показників. У зв'язку з цим доцільно виділити наступні організаційні заходи (рисунок 1.1).

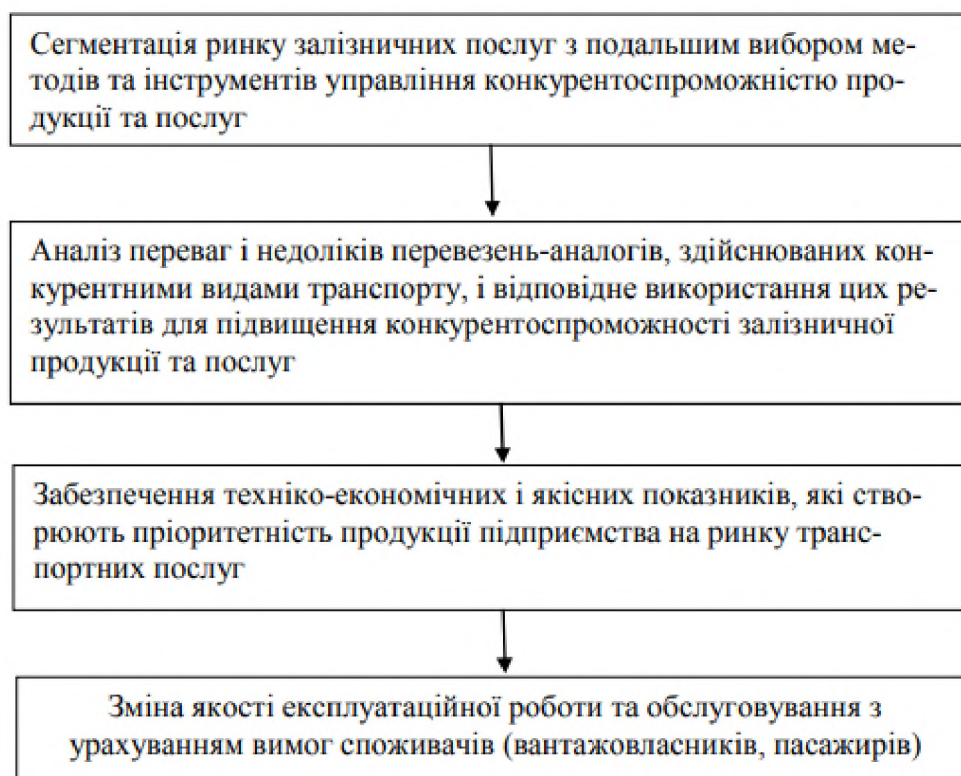


Рисунок 1.1 - Організаційні заходи щодо підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств залізничного транспорту

Сучасними принципами ефективного функціонування залізничного транспорту мають бути:

- довгострокове стратегічне бачення проблем розвитку галузі, пошук ефективних механізмів їх вирішення;
- максимально можлива орієнтація на досягнення європейського ринку залізничних перевезень, впровадження євростандартів на всіх рівнях управління і експлуатації;
- розвиток національної науково-дослідницької і ресурсно-матеріальної бази, прозорість і недискримінаційність діяльності;
- повнота задоволення фінансових потреб відповідно рівня експлуатаційних витрат та економічної ефективності;
- реформування фінансового, технічного, організаційного та управлінського секторів відповідно до завдань і процесів євроінтеграції.

Пріоритетними цілями розвитку потенціалу залізничного транспорту України слід визначити:

- розвиток національних програм будівництва швидкісних та високошвидкісних магістралей;
- розширення міжнародних зв'язків та участь у перспективних міжнародних проектах розвитку і будівництва залізничної інфраструктури;
- розвиток компетенцій в галузі інжинірингу та управління великими інфраструктурними проектами;
- освоєння нової техніки та впровадження інноваційних технологій, залучення стратегічних інвесторів для розвитку, оновлення та диверсифікації виробничих потужностей.

Таким чином, сьогодні існує чітка упевненість в тому, що за умови інтенсивного розвитку залізничного транспорту у відповідності до євростандартів буде відбуватися активне розширення ринку транспортних послуг і збільшення обсягів перевезень вантажів і пасажирів та супутніх їм послуг [12].

У зв'язку з цим перспективними для підприємств залізничного транспорту слід вважати послуги, що значним чином розширюють перелік споживачів, які посилюють конкурентоспроможність в транспортній галузі та позитивно впливають на загальний економічний результат. У сучасних умовах залізничний транспорт працює з основними фондами, знос яких досить значний і в даний час складає по галузі більш як 55 %. У цих умовах актуальності набувають питання оцінки майнового і фінансового потенціалу підприємств залізничного транспорту. Майновий потенціал залізничного транспорту є основою для виконання перевізної роботи і піддається цілеспрямованому зміні в ході реформування. Управління майновим потенціалом на перспективу повинно бути ефективним, ґрунтуватися на системному підході і здійснюватися з позицій підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту в ринковому середовищі. Так, нераціональна структура основних виробничих фондів і оборотних коштів, їх неякісний склад, низькі темпи оновлення призводять до погіршення ринкової активності підприємств та зниження конкурентоспроможності залізничних підприємств. Достовірна оцінка вартості майнового комплексу дозволить не тільки визначити його реальне фінансове становище, а й більш обґрунтовано сформулювати інвестиційні ресурси та оптимізувати податкові платежі [14].

В сучасних умовах розвитку конкурентного ринку транспортних послуг структурні підрозділи залізничного транспорту повинні активно впроваджувати інноваційні технології, отримуючи таким чином значні конкурентні переваги, створюючи нові споживчі цінності, з одночасним прагненням до зниження експлуатаційних витрат. До таких конкурентних переваг можуть бути віднесені:

- нематеріальні активи, які становлять результати науково - дослідних і дослідно - конструкторських робіт;
- наукові розробки і патенти;
- організація нових технологічних процесів.

Таким чином інновації відіграють особливу роль у господарюванні в ринкових умовах. При цьому інноваційна діяльність має орієнтуватися не на потреби і можливості підприємств виробників, а перш за все на вимоги ринку, потреби користувачів транспортних послуг. Проблема формування інноваційного потенціалу, як необхідного елемента переорієнтації економічних процесів, що повинні активізуватися на залізничному транспорті, є складною і багатогранною. В Україні процес впровадження інновацій відбувається в рамках національної програми євроінтеграції за умов складної нестабільної економічної ситуації, під час особового положення військового стану і без достатнього фінансового забезпечення.

У зв'язку з цим необхідною є реалізація інноваційної політики, яка орієнтована на формування стійкого потенціалу для майбутнього зростання і підвищення конкурентоспроможності структурних підрозділів залізничних регіональних філій в умовах євроінтеграційних процесів.

Отже, система інноваційних перетворень в галузі повинна забезпечувати не тільки ефективне функціонування структурних підрозділів залізничного транспорту, а і відповідність розвитку і стандартів залізничного транспорту мережам міжнародних транспортних систем. А тому інноваційні процеси, що вже протікають та будуть активізовані на залізничному транспорті, потребують не аби якого фінансового потенціалу. Фінансовий потенціал підприємства - це сукупність фінансових ресурсів, компетенцій і кваліфікацій в його розпорядженні, що дають змогу кадровому складу здійснювати ефективне фінансове управління з метою отримання максимального економічного ефекту. У найбільш загальному вигляді завдання оцінки і формування фінансового потенціалу формулюється як задача оцінки відповідності можливостей наявної фінансово-ресурсної бази обраній стратегії діяльності і пошуку додаткових залучень або інвестицій.

Отже фінансовий потенціал можна охарактеризувати як:

- реальні можливості підприємства, реалізовані та нереалізовані в тій чи іншій сфері економічної діяльності;

- обсяг ресурсів і резервів підприємства, як залучених так і не залучених у виробничу діяльність.

Фінансовий потенціал залізничного структурного підрозділу відображає рівень його конкурентоспроможності, а конкурентоспроможність в окремому випадку може визначатися як порівняльна характеристика його фінансового потенціалу з потенціалом конкурентних компаній чи структур. При роботі в умовах нестабільної ринкової економіки важливим завданням АТ «Укрзалізниця» є забезпечення стабільності фінансового стану. Стійкість фінансового становища підприємства характеризується приростом його капіталів, що забезпечується першочергово високими виробничими та економічними результатами і ефективним використанням ресурсної бази, а також за рахунок сторонніх грошових надходжень. З метою оцінки та характеристики фінансового потенціалу необхідно проведення постійного моніторингу, в ході якого слід враховувати загальні економічні тенденції та зміни в державній економічній політиці. В умовах ринкової економіки найважливішими характеристиками фінансово-економічної діяльності залізничного комплексу є платіжоспроможність і фінансова стійкість. Якщо підприємство фінансово стійке, воно має перевагу перед конкурентами в залученні інвестицій, отриманні кредитів, виборі постачальників, підборі кваліфікованих кадрів, і це додатково підвищує рівень конкурентоспроможності підприємства на відповідному ринку.

Одним з основних завдань реформування галузі є досягнення ефективного застосування наукового, виробничого та управлінського потенціалів та потенціалу безпеки. Залізнична транспортна система Європи є однією з найбільш розвинених у світі, тому в контексті євроінтеграції головне завдання реформування української залізничної галузі - оновлення матеріально-технічної бази відповідно до євростандартів і підвищення рівня конкурентоспроможності для досягнення рівноправного партнерства з великими Європейськими транспортними компаніями. Підвищення

ефективності роботи залізничного транспорту України повинно здійснюватися на основі цілеспрямованої інноваційної політики.

Науковий потенціал залізничної галузі має бути спрямований на найбільш пріоритетні дослідження, такі як:

- ресурсозберігаючі засоби, технології і процеси в управлінні та експлуатаційній роботі;
- розвиток швидкісних та впровадження високошвидкісних залізничних перевезень;
- розвиток телекомунікацій та інформатизації;
- впровадження технічних засобів нового покоління;
- удосконалення технології перевізного процесу;
- забезпечення підвищення ефективності фінансово - економічної діяльності транспорту;
- підвищення безпеки руху поїздів;
- зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та розвиток екологічних технологій;

Інноваційна політика та діяльність залізничного транспорту повинна відповідати таким пріоритетним напрямам:

- зниження експлуатаційних витрат за рахунок використання економічно-раціональних технологій відповідно до діючих нормативних документів;
- автоматизація управління важливими технологічними процесами;
- модернізація технічних засобів структурних підрозділів;
- впровадження сучасних механізованих комплексів для утримання та виконання ремонтних робіт на спорудах і пристроях залізничної інфраструктури;
- удосконалення методів та впровадження нових засобів діагностики пристроїв всіх господарств регіональних філій;

Важливими інноваціями в сфері пасажирських перевезень в сучасних умовах для залізничного транспорту України є закупівля або конструювання і впровадження в експлуатацію пасажирського рухомого складу нового покоління, що відповідатиме сучасним європейським стандартам норм і якості, а також інтеграція національних транспортних мереж до єдиної транспортної системи Європи. Нові зразки рухомого складу мають бути адаптовані до експлуатації на мережах швидкісної та високошвидкісної європейської колії з можливістю використання європейських систем сигналізації та зв'язку. Впровадження і експлуатація нового високошвидкісного сполучення на мережах залізничного транспорту України вимагає будівництва нових або модернізації існуючих, пріоритетних ліній під нові стандарти швидкості на безпеки руху поїздів, що потребує використання передового європейського та світового досвіду.

1.2 Аналіз досвіду розвитку швидкісних і високошвидкісних магістралей в Європі та перспективи для України

Стандарт залізничної колії 1435 мм є найбільш розповсюдженим в світі, ця колія використовується на залізничних мережах практично всіх найбільш розвинених країн на різних континентах [23]. Перші залізничні лінії на західній половині України до 1939 року також мали європейську колію. Залізниці стандарту 1435 мм складають 60% протяжності усіх залізниць світу, в той час як колія 1520 мм – менше 17%.

Для звичайного мешканця європейського міста вибір найбільш зручного виду транспорту залежить від цілої низки чинників, найважливішими з яких є мета і тривалість поїздки. Згідно досліджень розподілу міжнародних залізничних поїздок в Європі за їх цільовою ознакою суттєво переважають приватні поїздки (приблизно 80%), а ніж ділові

(приблизно 20%). Сучасний рівень розвитку високошвидкісного залізничного транспорту дає змогу суттєво швидше здійснювати поїздки за маршрутами, які входять у мережу високошвидкісних залізничних сполучень Європи, порівняно з поїздками звичайним поїздом або автомобілем.

Тривалість рейсу є одним із важливих факторів, що визначають попит на перевезення того чи іншого виду пасажирського транспорту. Зменшення тривалості поїздки внаслідок розвитку мережі високошвидкісних магістралей (ВШМ) призвело до значного зростання пасажирських перевезень. Якщо говорити про порівняння тривалості поїздки, то після впровадження високошвидкісного сполучення на окремих маршрутах вона скоротилася в 1,5-3 рази. При цьому відповідна тривалість поїздки на більшості напрямків скоротилася в 1,5–2 рази (для близько 60% маршрутів).

Зазначимо, що лише 16% залізниць Євросоюзу, де курсують високошвидкісні поїзди, працюють з повною реалізацією свого конструкційного та експлуатаційного потенціалу. При цьому в Японії цей показник досягає 91%. В той же час сприйняття та перевага високошвидкісного залізничного транспорту різнилися як в різних країнах, так і по історичних періодах.

Так на початку ХХІ ст. високошвидкісними вважалися ті поїзди, що були здатні розвивати швидкість понад 150-160 км/год, але вже через десять років на звичайних модернізованих лініях швидкість високошвидкісних поїздів в деяких країнах становила понад 200 км/год (на спеціалізованих високошвидкісних лініях - понад 250–300 км/год). Швидкість швидкісних поїздів, як правило, не перевищує 200 км/год. Тому при Міжнародному союзі залізниць (МСЗ) була створена цільова робоча група з високошвидкісного сполучення, завданням якої було уточнення поняття «високошвидкісного сполучення» з різних позицій – інфраструктури, рухомого складу та експлуатації. Було розроблено декілька визначень високошвидкісного руху, але єдиного визначення «швидкісного залізничного сполучення» так і не існує [8]. Визначення для різних залізничних систем відрізняються залежно

від техніко-експлуатаційних характеристик експлуатації високошвидкісної залізничної системи. Одне з понять «високошвидкісна лінія» представлено Європейським Союзом у Директиві 96/48/ЕС.

Згідно з положеннями цієї Директиви, високошвидкісні лінії включають нові лінії для руху з максимальною швидкістю 250 км/год і більше, реконструйовані існуючі лінії для руху з максимальною швидкістю 200 км/год, а також реконструйовані лінії з обмеженням швидкості внаслідок топографічних та інших експлуатаційних умов. Відповідно до Директиви 96/48/ЕС, визначення «високошвидкісної залізниці» включає кілька понять. Залізнична лінія називається «високошвидкісною лінією», якщо вона спеціально побудована для руху поїздів зі швидкостями понад 250 км/год протягом усього або принаймні більшої частини шляху. Високошвидкісне сполучення, по сутності, є поєднанням різних компонентів, які утворюють одну єдину систему. Ці компоненти включають інфраструктуру, рухомий склад і експлуатацію. Використовують як нові лінії, побудовані для руху зі швидкістю понад 250 км/год, так і модернізовані лінії, на яких можливо розвивати швидкість 200-220 км/год, на деяких використовують поїзди з примусовим нахилом кузова для проходження кривих ділянок на швидкості.

Високошвидкісні поїзди також можуть використовуватись і на звичайній залізничній мережі. Так в деяких країнах Євросоюзу вони часто використовуються на звичайних лініях, але рухаються зі зниженими швидкостями, дозволеними за нормами експлуатації для цих ліній, порівняно з дозволеними для нової високошвидкісної залізничної інфраструктури. У Директиві 96/48/ЕС високошвидкісний рух розглядається як система, що поєднує в собі високошвидкісну інфраструктуру та високошвидкісний рухомий склад, що на ній використовується. Інфраструктура включає високошвидкісні лінії транс'європейської мережі високошвидкісних залізниць, що складається зі спеціально побудованих ліній для високошвидкісного сполучення та інфраструктури, яка модернізується для організації на ній високошвидкісного руху. Вона може включати також лінії,

що примикають до ВШМ, зокрема нещодавно побудовані або модернізовані високошвидкісні лінії, що ведуть до центральних станцій у містах, де швидкість руху може бути обмежена місцевими умовами експлуатації. Високошвидкісне сполучення вимагає повної сумісності характеристик рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту. Загальна ефективність, безпека руху, якість експлуатації технічних засобів, а також експлуатаційні витрати напряму залежать від сумісності рухомого складу та інфраструктури ліній ВШМ, тому цьому параметру приділяється особлива увага в законодавстві Євросоюзу.

Залежно від наявних технічних засобів та порядку експлуатації ВШМ МСЗ виділяє чотири типи систем високошвидкісного сполучення:

- спеціалізована система – характеризується наявністю високошвидкісних ліній та високошвидкісних поїздів, які експлуатуються лише на лініях ВШМ і не використовуються на інших лініях (прикладом є японська залізнична система «Сінкансен»);
- змішана високошвидкісна система – лінії ВШМ, на яких експлуатуються високошвидкісні поїзди, що можуть також експлуатуватись і на звичайних лініях або модернізованих лініях, що не належать до ВШМ (наприклад залізнична система Франції, де високошвидкісні поїзди експлуатуються також на звичайній мережі залізниць);
- змішана традиційна система – ВШМ, де на високошвидкісних лініях експлуатуються не тільки високошвидкісні поїзди, але і звичайні поїзди національного значення, при цьому пропускна спроможність високошвидкісних ліній знижується, та з іншого боку, високошвидкісні поїзди не експлуатуються на звичайних лініях (залізнична система Іспанії AVE, поїзди якої обладнані системою зміни ширини колії на ходу);
- повністю змішана система – мережі, де на високошвидкісних і звичайних лініях можуть використовуватися високошвидкісні і звичайні поїзди (наприклад залізничні системи Італії та Німеччини).

Зміни політичної ситуації в Західній Європі наприкінці XX століття дали новий поштовх розвитку ВШМ. Прийняття програми Європейської комісії 1990 року щодо створення міжнародної високошвидкісної мережі в Європі стало відправною точкою для процесу її стрімкого розвитку.

Також з кінця XX ст. стрімко розвиваються ВШМ і в країнах Азії. Так, 31% країн, що побудували в себе ВШМ, мають довжину високошвидкісних ліній до 250 км, а 23% — до 500 км [24]. Довжина ВШМ Китаю, що вважається сьогодні найбільшою, в сотні разів перевищує довжину ВШМ в Швейцарії. У понад 38% країн нові ВШМ не будуються на перевагу модернізації існуючих ліній, у 23% передбачено будівництво до 250 км нових ліній ВШМ і в 15% — до 500 км нових ліній. Загальна довжина ВШМ складає більше 17 тис. км, з яких близько 40% припадає на країни Західної Європи, а 60% — на країни Азії.

Максимальні швидкості руху високошвидкісних поїздів в країнах Західної Європи мають розбіжності від 210 до 350 км/год. При цьому найбільш поширеною є максимальна швидкість руху в діапазоні 251–330 км/год, яка характерна майже для 50% поїздів. Поїзди, які використовуються на ВШМ Європи, відрізняються не лише максимальною швидкістю руху, але й композиціями складів та загальною кількістю вагонів, яка може складати від 3 до 16 вагонів. При цьому максимальна кількість пасажирів у високошвидкісному поїзді найменшого складу може бути до 160 пасажирів, а в найбільшому – до 685 пасажирів. Довжина високошвидкісного поїзда може змінюватися в діапазоні 81,2–358 м, а його маса коливається в діапазоні 152,5–795 т. І як показує практика, не в усіх випадках кількість вагонів у високошвидкісному поїзді відповідає кількості пасажирів, тобто не завжди збільшення кількості вагонів відповідає пасажиропотоку.

1.3 Сучасний стан та перспективи розвитку швидкісних перевезень в Україні в умовах прагнення до інтеграції залізниць України в транспортну мережу ЄС

Для залізничного транспорту України в рамках програми розвитку європейських транспортних сполучень і інтеграції до залізничних мереж Європи світовий, і насамперед, європейський досвід розвитку ВШМ має велике значення. З огляду на ситуацію з розвитком залізничного транспорту в Європі найбільш доцільним і раціональним способом досягнення повної інтероперабельності залізничної системи України з найбільш розвиненими залізницями Європи є поступовий перехід українських залізничних мереж на євроколію 1435 мм. Отже постає завдання будівництва нових високошвидкісних ліній на стандарті 1435 мм, заміни існуючих пріоритетних напрямків з колією 1520 мм на євроколію або улаштування суміщеної колії 1435мм/1520мм. Першочерговим доцільним напрямком будівництва двоколіїної високошвидкісної магістралі на стандарті 1435 мм може бути Одеса – Київ – Львів – Мостиська-2 (кордон України та ЄС) – Медика (Польща). Далі ВШМ на євроколії слід укласти від Києва до Харкова.

Будівництво нових високошвидкісних мереж на стандарті колії 1435 мм дають Україні в перспективі багато переваг:

1. Залізничнотранспортна євроінтеграція, безперешкодне залізничне сполучення з країнами Євросоюзу в єдиній колії 1435 мм, що реалізує плани геополітичної орієнтації України на Європу.

2. Будівництво та експлуатація нових сучасних високошвидкісних ліній в Україні сприятиме розвитку науки та інноваційних технологій, залученню додаткових інвестицій, створенню нових робочих місць та підвищенню зайнятості і зацікавленості населення.

3. Перевізники отримають можливість здійснювати на нових лініях швидкісні перевезення вантажів прискореної доставки (наприклад

контейнерних), а також організувати швидкісні інтер- та мультимодальні перевезення.

На ВШМ з проектною швидкістю руху 300 км/год або більше, зазвичай немає вантажного руху, але є деякі випадки експлуатації «легких» вантажних піздів, які створюють навантаження на вісь, порівнянне з пасажирськими, що відповідає експлуатаційним нормам на таких залізницях.

4. Буде підвищуватись мобільність населення в національному та міжнародному сполученнях, дістане забезпечення якісна транспортна підтримка безвізового режиму у міжнародних поїздах.

5. Нове велике будівництво сприятиме розвитку дрібного та середнього бізнесу, ринків праці та нерухомості, зростатимуть податкові надходження в бюджети.

6. Обороздатність та територіальна цілісність України будуть забезпечені на якісно вищому рівні.

Проект будівництва високошвидкісної залізниці 1435 мм ідеально вписується в програми розвитку міжнародних транспортних сполучень України, зокрема, щодо її компонентів: експлуатація, регулювання та мультимодальні перевезення. Необхідно розвивати транзитні перевезення з визначенням ролі кожного виду транспорту з метою підвищення ефективності системи міжнародного транзиту в цілому.

Транспортна політика України має обов'язково враховувати необхідність забезпечення територіальної цілісності країни, забезпечення транспортного доступу та сполучення для всіх її регіонів. Технологічні перешкоди на західних кордонах України загалом суттєво збільшують тривалість транзитних міжнародних перевезень і зменшують загальну маршрутну швидкість, що надає непривабливості залізничним маршрутам в очах перевізників у здійсненні міжнародних перевезень. Окремим викликом для митної системи України є зняття існуючих прикордонних бар'єрів.

Однак пріоритетний напрямок для країни – надання ефективних та якісних транспортних послуг за рахунок формування інтегрованих

транспортних систем, які забезпечать потреби користувачів транспортних послуг і збільшать економічні вигоди від використання мультимодальних систем і застосування нових технологій для підвищення ефективності транспорту. Треба також надавати пріоритет належному обслуговуванню існуючих основних фондів і технічних засобів в умовах впровадження новітніх технологій, підвищенню ресурсоефективності та реалізації політики охорони навколишнього середовища.

Розвиток високошвидкісних міжнародних перевезень в результаті інтеграції українських залізниць до європейської транспортної мережі сприятиме усуненню існуючих бар'єрів у сфері логістики та мультимодальних перевезень у межах національних коридорів і покращення рівень транзиту.

Україна має у своєму розпорядженні одну з найбільших залізничних мереж в Європі і перевозить значну частину як внутрішніх так і міжнародних вантажних і пасажирських потоків. Вдале географічне розташування України у центрі Європи дозволяє використовувати її транспортні системи з високим транзитним потенціалом як природний міст між високоінтегрованими мережами Європи і країнами Азії, які сьогодні активно розвиваються і потребують налагодження сухопутних транспортних зв'язків з Європою.

В загальній транспортній системі України залізничний транспорт довгі роки займає провідне місце. Підвищення швидкості руху залізничного транспорту дозволить вирішити проблеми прискорення перевезень і скорочення тривалостей поїздок як у вантажному так і в пасажирському русі. Підвищення швидкостей руху поїздів – одне з найважливіших завдань удосконалення експлуатаційної роботи та розвитку залізничного транспорту в Україні. Розвиток сучасного швидкісного руху пасажирських поїздів дав змогу помітно скоротити тривалості поїздок і тим самим підвищити якість транспортних послуг. Завдяки цим та іншим перевагам порівняно з іншими видами транспорту швидкісне сполучення стає більш привабливим для споживача і економічно вигідним для перевізника.

Регулярний рух високошвидкісних поїздів в Азії почався вперше в 1964 році в Японії, і вже потім в Європі, з 1981 року у Франції і з 1984 року в Італії. У цих країнах, як пізніше і в Німеччині та Іспанії національні системи високошвидкісного руху засновані на вітчизняних розробках та швидкісному рухомому складі власного виробництва. Більшість же інших країн, як частково і Україна, використовують швидкісні поїзди іноземного виробництва. Але завдяки цьому західну частину Європи нині об'єднує єдина високошвидкісна залізнична мережа Eurostar і Thalys, що функціонують на уніфікованих експлуатаційних стандартах і дозволяють здійснювати безперешкодні міжнародні перевезення. В той же час вже на початку XXI століття світовим лідером за кількістю мереж високошвидкісних ліній, а також першим реалізатором проекту регулярного високошвидкісного маглева (поїзд на магнітній подушці) став Китай. Сьогодні Китай володіє найбільшою в світі мережею швидкісних і високошвидкісних залізниць, що перевищує довжину ліній Японії і Європи разом узяті. Середня швидкість руху на китайських ВШМ становить 200-350 км/год та більше [6].

Швидкісні та високошвидкісні залізничні перевезення у світовій практиці, здебільше початково впроваджуються на вже існуючих лініях із змішаним вантажним і пасажирським рухом. Для цього колія повинна бути реконструйована і повністю перебудована. Завдання реконструкції – забезпечити високий рівень безпеки руху на високій швидкості і комфортність поїздки за рахунок плавності ходу. Також потрібно врахувати збільшення пропускної спроможності лінії, оскільки в умовах високошвидкісного руху істотно збільшується знімання вантажних поїздів пасажирськими і зростає необхідна пропускна здатність залізниці. А тому з розвитком мереж ВШМ в країні доцільним є поступове їх повне відділення від вантажного руху, будівництво спеціальних ліній ВШМ.

Ще у 2015 році загальна протяжність швидкісних та високошвидкісних магістралей у світі становила близько 32 тис. км, а до 2020 року вона вже

перевищила 40 тис. км. І сучасна трійка лідерів високошвидкісного руху – це Японія (39,2%), Китай (25%) та Франція (15,2%) (рисунок 1.2).

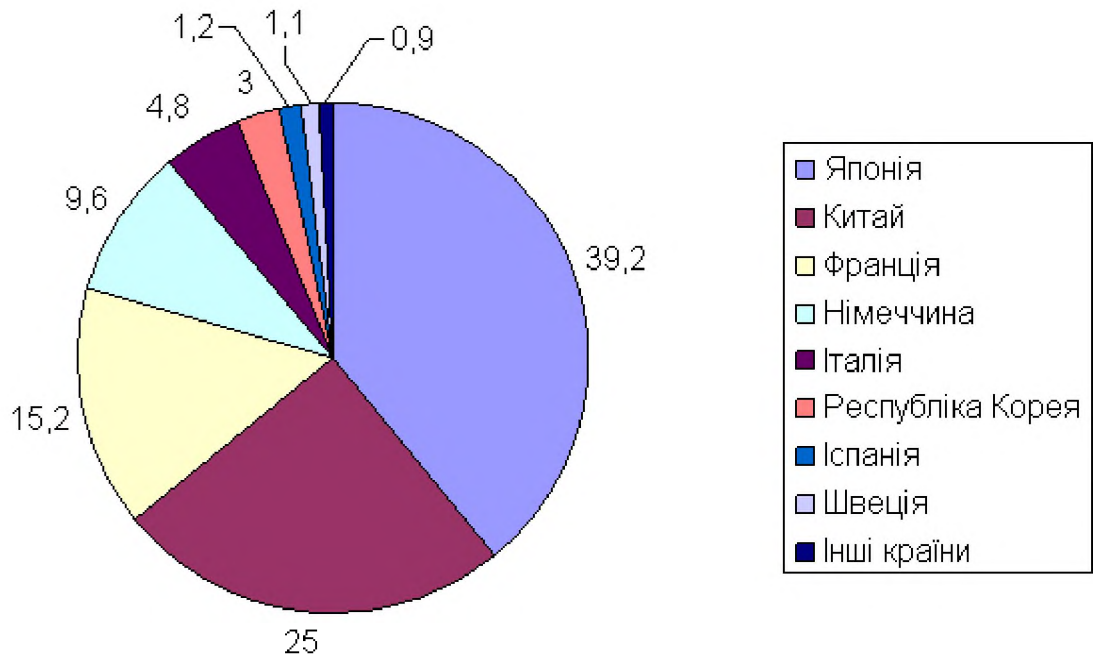


Рисунок 1.2 – Розподіл перевезень по швидкісних залізничних лініях різних країн

Маючи значні переваги порівняно з іншими видами транспорту (економічність, екологічна чистота, високий рівень безпеки та комфорту), сучасні залізничні ВШМ отримують все більше поширення у світі.

Загальна протяжність безпосередньо ВШМ у світі зараз становить близько 8 тис. км, у тому числі близько 4 тис. км у Європі. При цьому високошвидкісні поїзди обслуговують також близько 30 тис. км звичайних залізничних ліній, реконструйованих під швидкісний рух але зазвичай з меншими швидкостями руху. Також у процесі проектування і будівництва знаходяться ще приблизно 10 тис. км швидкісних ліній (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Високошвидкісні залізниці світу

Країна	В експлуатації (км)	На стадії будівництва (км)	Загальна протяжність (км)
Австрія	352	208	560
Бельгія	326	-	326
Великобританія	113	230	343
Німеччина	3038	330	3368
Данія	5	60	65
Іспанія	3100	1800	4900
Італія	999	116	1115
Китай	25000	16155	41155
Тайвань	345	-	345
Нідерланди	175	-	175
Норвегія	64	54	118
Польща	0	322	322
Південна Корея	1105	376	1481
Саудівська Аравія	0	453	453
США	55	160	215
Турція	802	1208	2010
Франція	2647	670	3317
Швейцарія	92	23	115
Японія	2765	681	3446

Досвід проектування, будівництва та експлуатації ВШМ, незважаючи на відмінності соціально-економічних та географічних умов у різних країнах, довів доцільність двох способів вирішення питання впровадження ВШМ: будівництво нових ВШМ з подальшою можливістю експлуатації зі швидкостями руху до 300 км/год і більше або реконструкція існуючих ліній для швидкостей руху до 200–250 км/год [8].

Дослідження показали, що реконструкція наявних залізничних ліній із змішаним рухом вантажних і пасажирських поїздів дає змогу підняти швидкості до 200 км/ год без суттєвих витрат і перебудов. Для досягнення ж більш високих швидкостей доцільним є спорудження спеціальних ВШМ і розділення вантажного і пасажирського руху. Тому швидкісний рух у

найближчому майбутньому пасажирських перевезень в Європі буде більш пріоритетним, ніж високошвидкісний, оскільки його організація не потребує високих витрат на будівництво нових ВШМ, хоча і потребує істотних витрат на реконструкцію наявних мереж.

Будівництво нових залізничних ВШМ має обов'язково передбачати:

- будівництво спеціальних ВШМ, ізольованих від інших звичайних мереж залізничного руху, зокрема вантажного;
- будівництво ВШМ, які мають примикають або сполучаються з іншими лініями мережі звичайних залізниць;
- будівництво ВШМ змішаного типу для пасажирського руху, поєднаного з вантажним.

Реконструкція існуючих ліній під високошвидкісний рух і стандарти ВШМ залежно від рівня підвищення швидкості здійснюється двома способами:

- часткові заміни рейкової колії певних ділянок лінії, удосконалення їх технічного оснащення уніфікованими для швидкісних перевезень пристроями управління та контролю, електрифікація з обладнанням контактною мережею, що підтримує швидкості до 160 км/год;
- повна заміна рейкової колії на лінії, оснащення уніфікованими для швидкісних перевезень пристроями управління та контролю, збільшення кількості колій для розділення вантажного і пасажирського руху і реалізації швидкостей від 160 до 200 км/ год і більше.

Зараз для України євроінтеграція є головним і незмінним зовнішньополітичним пріоритетом, а подальший розвиток та поглиблення транспортних відносин між Україною та ЄС мають здійснюватись на принципах рівноправної політично-партнерської асоціації та економічної інтеграції. Основними стратегічними документами, що підтверджують зазначений політичний курс України є «Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом» та Порядок денний асоціації Україна – Євросоюз.

Угода про асоціацію визначає якісно новий формат відносин між Україною та Євросоюзом і є стратегічним орієнтиром системних соціально-економічних реформ в Україні, а поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі між Україною та Євросоюзом, як частина Угоди, визначає правову базу для вільного переміщення товарів, послуг, капіталів, а також регуляторного наближення, спрямованого на поступове входження економіки України до глобального ринку Євросоюзу [11].

Транспортні мережі та послуги відіграють ключову роль у поліпшенні якості життя громадян країни та у зростанні можливостей розвитку промисловості. Тому транспорт є однією з ключових сфер співпраці між Євросоюзом та Україною, і відповідно до статті 368 Угоди про асоціацію основною метою такої співпраці є сприяння реструктуризації та оновленню транспортного сектору України і поступовій гармонізації діючих стандартів та політики з наявними в ЄС.

Так 2012 рік став визначним в історії залізничного транспорту України, початком якісної та високотехнологічної модернізації інфраструктури галузі, відправною точкою початку європейського швидкісного руху. Основним етапом цього процесу було створення «Української залізничної швидкісної компанії» – першої в Україні компанії з перевезення пасажирів денними швидкісними поїздами ІНТЕРСІТІ+. Вона була заснована 22 лютого 2012 року для організації швидкісного руху на внутрішніх залізничних мережах України. Сучасні швидкісні поїзди на залізницях України – це кардинально інший погляд на рівень якості перевезення пасажирів та обслуговування [9].

Зараз «Українська залізнична швидкісна компанія» (УЗШК) єдиний державний оператор швидкісних пасажирських залізничних перевезень, в експлуатації якого знаходиться інноваційний рухомий склад:

- 10 електропоїздів виробництва компанії Hyundai Rotem (Республіка Корея);
- 4 поїзди локомотивної тяги виробництва ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (ПАТ «КВБЗ»);

- 4 двосистемні електропоїзди Екр-1 виробництва ПАТ «КВБЗ»;
- 2 електропоїзди Skoda виробництва Skoda Vagonka.

Мережа маршрутів УЗШК об'єднує Київ із найбільшими промисловими центрами України – Запоріжжя, Дніпропетровськ, Харків, а також культурними центрами західноукраїнського регіону – Львовом та Тернополем і перлинами вітчизняного курортного відпочинку – Трускавцем та Одесою.

Сучасний курс розвитку діяльності УЗШК повністю узгоджується з державною стратегією реформування галузі – сегментування залізничного транспорту за окремими напрямками діяльності. УЗШК створена з метою забезпечення відокремленого розвитку швидкісних сполучень в Україні, розширення та покращення якості послуг, що надаються пасажиром під час поїздки у швидкісних поїздах.

Основними перевагами діяльності УЗШК і швидкісних пасажирських перевезень в сучасних умовах експлуатації є:

- суттєве скорочення часу подорожі на маршрутах денних швидкісних поїздів ІНТЕРСІТІ+, який став конкурентним в порівнянні з часом подорожі авіа- чи автотранспортом;
- приваблива вартість перевезень порівняно з конкурентами – авто- та авіатранспортом;
- високий рівень безпеки та надійність швидкісних поїздів ІНТЕРСІТІ+, що забезпечує комплекс систем безпеки руху нового покоління;
- комфортність та зручність для пасажирів за рахунок використання сучасного рухомого складу і вагонів підвищеної комфортності із затишним інтер'єром, створеним з урахуванням всіх законів ергономіки;
- зручний розклад руху, розроблений з урахуванням максимального попиту пасажирів, що дає змогу оптимально спланувати свою поїздку і здійснити її туди і назад протягом однієї доби;

– високий рівень сервісу в УЗШК, яка вперше в Україні запровадила концептуально новий підхід в обслуговуванні пасажирів під час перевезень залізничним транспортом.

З метою подальшого розвитку програми швидкісних залізничних перевезень Міністерством інфраструктури України було розроблено законопроект «Національна стратегія – 2030 Drive Ukraine» [10]. Стратегічна мета цього законопроекту – інтеграція України в Європейську економічну зону і світову економіку, та інноваційно-технологічний розвиток інфраструктури. Цією стратегією конкретно для залізничного транспорту передбачено:

– забезпечення формування вільної конкуренції на ринку залізничних послуг;

– затвердження державної власності над інфраструктурою і залізничними коліями, і сприяння розвитку приватної власності над рухомим складом і тяговими засобами.

Також передбачається спільне виробництво рухомого складу на основі співпраці АТ «Укрзалізниця» із Крюківським вагонобудівним заводом та світовими компаніями: General Electric, Bombardier, Greenbrier. На напрямках Київ – Львів, Київ – Харків, Київ – Одеса та Київ – Дніпро за програмою має бути проведена реконструкція колії із заміною на колію європейського стандарту швидкісного руху. Планові інвестиції на реалізацію програми загалом складатимуть близько 60 млрд дол. США.

Впроваджувати високошвидкісний рух в Україні необхідно, це реальна потреба сучасного стану розвитку. Проте реалізація зазначеної програми загальмовується через відсутність необхідних фінансів в АТ «Укрзалізниця» і складне становище під час війни в Україні. За умови успішної реалізації «Національної стратегії – 2030 Drive Ukraine» можна буде повністю замінити тягови рухомий склад для пасажирських перевезень та оновити вагонний парк (відповідний контракт вже підписано між Укрзалізницею та General Electric), реконструювати колії на зазначених напрямках із заміною на колії європейського стандарту, що сприятиме інтеграції в структуру ЄС.

1.4 Розвиток мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень

Пасажирські перевезення займають особливе місце в економіці України в зв'язку з природно-географічними та геополітичними умовами її розвитку. В сучасних умовах транспортна інфраструктура країни потребує оновлення, для чого потрібні капітальні вкладення. Робота різних видів транспорту спрямована на забезпечення зв'язків між регіонами країни, забезпечуючи вплив на всі сфери економічної політики держави. У зв'язку з цим зростання пасажиропотоків, що очікується на залізничному транспорті, вимагає вирішення задачі перевірки технічних і технологічних параметрів ділянок, транспортно-пересадочних вузлів (ТПВ), вокзалів та рухомого складу на можливість ефективної організації пасажиропотоків.

При відсутності узгодження в роботі перевізників у складних транспортних мережах пересадки доставляють пасажирам велику кількість незручностей, пов'язаних з необхідністю оформлення декількох проїзних документів, оформленням багажу та зі збільшенням витрат часу на поїздку.

Окремі перевізники та види транспорту не можуть забезпечити високого ступеня мобільності населення та надати високоякісну систему задоволення потреб населення в перевезеннях «від дверей до дверей». Це відбувається через специфіку розміщення інфраструктури, особливості технологічних процесів кожного виду транспорту, відмінності у роботі та в технології обслуговування транспортних засобів.

Скорочення часу перебування пасажира під час поїздки та в процесі пересадок може бути досягнуто при застосуванні логістичних технологій, які використовують у мультимодальних перевезеннях, що дозволить раціоналізувати використання місткості швидкісних поїздів, електропоїздів і автомобільного транспорту, скоротити час очікування пасажирами у пунктах пересадки. Прикладом використання подібних технологій може бути інтегрований графік руху транспортних засобів, що передбачає єдину

технологію роботи різних перевізників та дозволяє встановити раціональні параметри тривалості пересадки в ТПВ та резервний технологічний час, необхідний для відновлення інтегрованого графіка руху на випадок затримки транспортних засобів.

Удосконалення перевезень можливе за рахунок виявлення та задоволення потреб пасажирів на ТПВ, а також шляхом врахування економічних, технологічних та технічних параметрів, що визначають вибір пасажиром способу переміщення.

Логістика пасажирських перевезень - комплексне планування, управління і контроль всіх пасажирських потоків, потоків пасажирських транспортних засобів, пов'язаних з ними інформаційних та фінансових потоків, а також логістичних об'єктів і процесів транспортування в транспортних системах.

Залізничний транспорт найчастіше виступає як найнадійніший, безпечний і екологічний вид транспорту; залізничні вокзальні комплекси перетворюються на багатофункціональні ТПВ, що забезпечують безпечну та зручну пересадку пасажирів і скорочення часу пересадки. Для формування заходів щодо уникнення незручностей при пересуванні пасажирів на ТПВ запропоновано провести удосконалення прямування пасажиропотоків при здійсненні пересадки, яка дозволяє враховувати особливості мультимодальної технології доставки пасажирів виходячи із глобальної мети планування та узгодження руху пасажирського транспорту.

Мультимодальне перевезення в пасажирському сполученні - це перевезення пасажирів на окремо взятому напрямку транспортними засобами одного або декількох перевізників на основі логістичних принципів.

Інтермодальне перевезення в пасажирському сполученні - перевезення пасажирів на окремо взятому напрямку транспортними засобами одного або декількох перевізників на основі логістичних принципів за єдиним проїзним документом під відповідальністю одного перевізника.

Ці види перевезень базуються на інтегрованому узгодженому графіку руху. Інтегрований графік руху транспортних засобів повинен мати високий ступінь виконання всіма учасниками мультимодального пасажирського перевезення. У зв'язку з цим до інтегрованого графіку повинно бути включено технологічний час на обробку рухомого складу та на пересадку пасажирів, а також резервний технологічний час, що враховує можливість порушення встановленого графіку руху. До відповідних автоматизованих систем повинно бути включено комплекс задач з впровадження вимог мультимодальних перевезень та інтегрованих графіків руху пасажирських поїздів та зазначено період очікування транспортного засобу в пункті пересадки при запізненні [15 - 21].

Велика кількість пасажирів здійснюють поїздки пов'язані з необхідністю здійснення пересадок між маршрутами, що обслуговуються одним або декількома перевізниками, в тому числі - що представляють різні види транспорту (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 - Основні типи пересадок за участю залізничного транспорту

Для пасажирів у потоці відповідний діапазон швидкості при переміщенні по горизонтальним шляхам ТПВ складає $u_{\text{підх}} = 10,93\text{-}30$ м/хв. Середню відстань $l_{\text{ТПВ}}$, яку необхідно пройти пасажирові від місця висадки з одного транспортного засобу до місця посадки в інший, а також швидкість переміщення пасажирів необхідно приводити до середнього вимірника з урахуванням наявності ручної поклажі та багажу, протяжності вертикальних і горизонтальних переміщень в транспортно-пересадочному вузлі, складності перехрещень пішохідних маршрутів, щільності пасажиропотоку. На якісні показники функціонування ТПВ з участю швидкісного залізничного транспорту впливає відстань $l_{\text{ТПВ}}$, яку необхідно подолати пасажирові, щоб здійснити пересадку з одного виду транспорту на інший. При можливості максимальна дальність пішого проходу при пересадці не повинна перевищувати 100-150 м, а час на пересадку 3-5 хв. Отже, при розрахунку параметрів ТПВ, що формуються з участю швидкісного залізничного транспорту, може бути також використаний особливий показник - площа, яка припадає на одного пасажирів p (м²/пас.) в процесі руху.

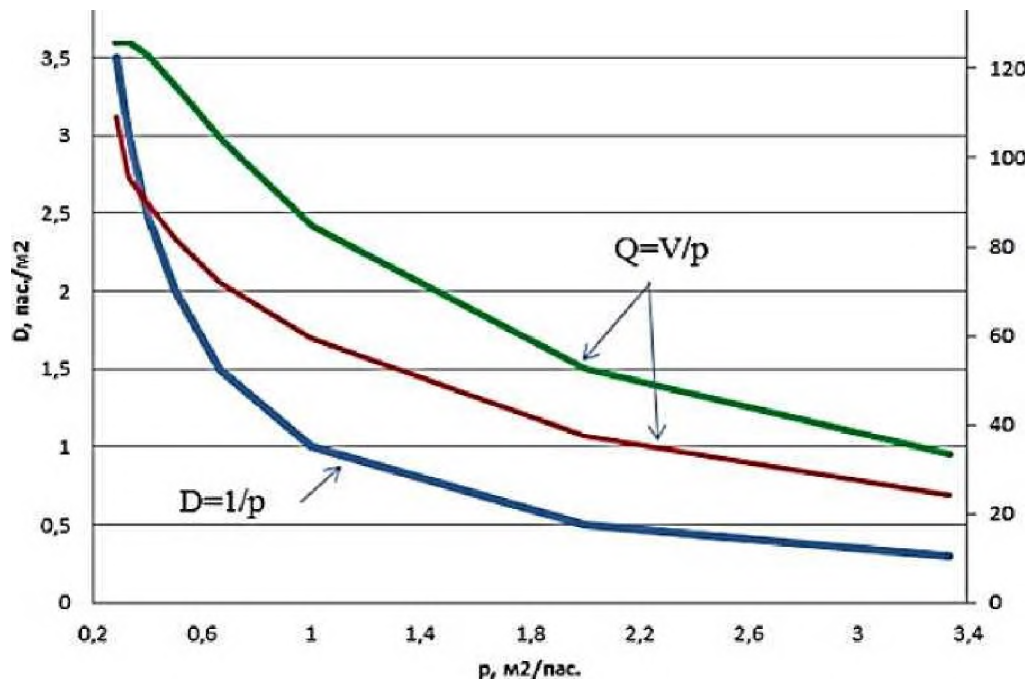


Рисунок 1.4 – Залежність щільності пасажиропотоку D та пропускної здатності одного метра ширини комунікаційних шляхів Q від значень p

На рис. 1.4 наведено графік залежності щільності пасажиропотоку D (пас./м²) і пропускної спроможності 1 метра ширини комунікаційних шляхів Q в залежності від значень p . Для економічної оцінки ефективності роботи ТПВ та вибору пасажирів на користь залізничного транспорту для вирішення транспортних потреб можливо скористатись вартістю 1 пас.-год для повних витрат часу на поїздку.

Аналіз попередніх досліджень показав, що тривалість реальних маршрутів прямування пасажирів на ТПВ залежать від організації руху на залізничному вокзалі. Зокрема, на станції Харків-Пасажирський середній час повної пересадки пасажирів за діючих умов функціонування вокзалу склав 16,26 хв. При реалізації заходів із зменшення перехресних маршрутів руху пасажирів запропоновано розміщення пасажирів у поїзді здійснено згідно з метою пересадки. Якщо пасажирів, що прямують до зупинок автотранспорту, розміщені у вагонах в голові поїзду, а пасажирів, які прямують на вокзал або до метрополітену, розміщені в середині поїзда, то середній час повної пересадки пасажирів складає 11,83 хв.

У випадку, коли здійснюється взаємна пересадка на транспортні засоби, що прийнято до однієї і тієї ж платформи, час повної пересадки пасажирів складає 8,07 хв.

Перехід до узгодженого розкладу руху залізничного та інших видів транспорту забезпечить збалансованість використання місць у всіх транспортних засобах, що беруть участь у мультимодальному перевезенні по заданих маршрутах, відповідно до прогнозного пасажиропотоку. Це дозволить раціоналізувати місткість швидкісних поїздів, електропоїздів і автомобільного транспорту, скоротити час очікування пасажирів у пунктах пересадки до 30%.

Тому на експлуатацію транспортно-пересадочних вузлів за участю швидкісного залізничного транспорту істотно впливає те, що вони є основним місцем вирішення транспортних потреб пасажирів. Рівень сервісу та обсяг перевезень в умовах ТПВ в основному залежать від рівня

задоволеності пасажирів, рентабельності послуг та доходу від перевезень. Найбільш повно задовольнити транспортні потреби пасажирів можливо за рахунок використання технологій мультимодальних пасажирських перевезень в умовах інтеграції рішень в області інформаційних технологій та формування узгоджених графіків руху взаємодіючих видів пасажирського транспорту. Удосконалення мультимодальних пасажирських перевезень дозволить підвищити конкурентоспроможність та прибутковість видів транспорту, покращити якість використання транспортних засобів.

2 Аналіз зміни розмірів швидкісних пасажирських перевезень регіональних філій АТ «Укрзалізниця»

У сучасних умовах, коли динаміка життя прискорюється, а запит на комфортну та ефективну мобільність неухильно зростає, однією з ключових стратегічних цілей розвитку залізничного транспорту України стає впровадження та оптимізація швидкісних пасажирських перевезень. Для досягнення цієї мети надзвичайно важливим є комплексний аналіз світових тенденцій та найкращих практик організації високошвидкісного сполучення, що дозволить визначити оптимальні вектори розширення та модернізації вітчизняної залізничної інфраструктури [22].

На сучасному етапі транспортного розвитку формування мереж високошвидкісних магістралей (ВШМ, від англ. High-Speed Rail - HSR) базується на декількох ключових концепціях, кожна з яких має свої переваги та обмеження. Перший підхід передбачає створення абсолютно автономної інфраструктури, де спеціалізовані лінії ВШМ повністю ізольовані від традиційної залізничної мережі. Така модель, реалізована в Японії (система Shinkansen) та Іспанії (AVE), гарантує максимальну ефективність і безпеку руху, оскільки усуває будь-які перешкоди та конфлікти зі звичайними потягами. Другий варіант передбачає розвиток розгалуженої мережі спеціалізованих магістралей, де високошвидкісні поїзди (250-300 км/год) можуть частково інтегруватися з існуючою інфраструктурою. Французька система TGV є яскравим прикладом такого гібридного підходу, який поєднує високі швидкості на магістральних ділянках з можливістю використання звичайних колій при заїзді до регіональних центрів. Третій, найбільш економічний підхід, орієнтований на модернізацію існуючих залізничних ліній для забезпечення руху пасажирських поїздів на швидкостях до 200 км/год. Така модель, успішно реалізована в Німеччині (InterCityExpress) та

Італії (Frecciarossa), дозволяє значно знизити капітальні витрати при задовільному рівні швидкостей.

У контексті українських реалій розвиток високошвидкісного сполучення вимагає ретельного аналізу численних факторів. Отримані дані дозволять визначити оптимальні маршрути та етапність розбудови ВШМ. Важливим етапом є також аналіз ефективності існуючої залізничної інфраструктури. Дослідження повинно охопити технічні параметри колійного господарства, потужності тягового господарства, а також економічну доцільність експлуатації різних категорій поїздів.

Проведений аналіз загальної кількості відправлених пасажирів на залізничному транспорті України за довоєнний період 2016-2021 рр. свідчить про сталу тенденцію до зростання інтенсивності пасажиропотоку із середньою величиною в 1,04 % протягом 2016-2021 рр. (рисунок 2.1).

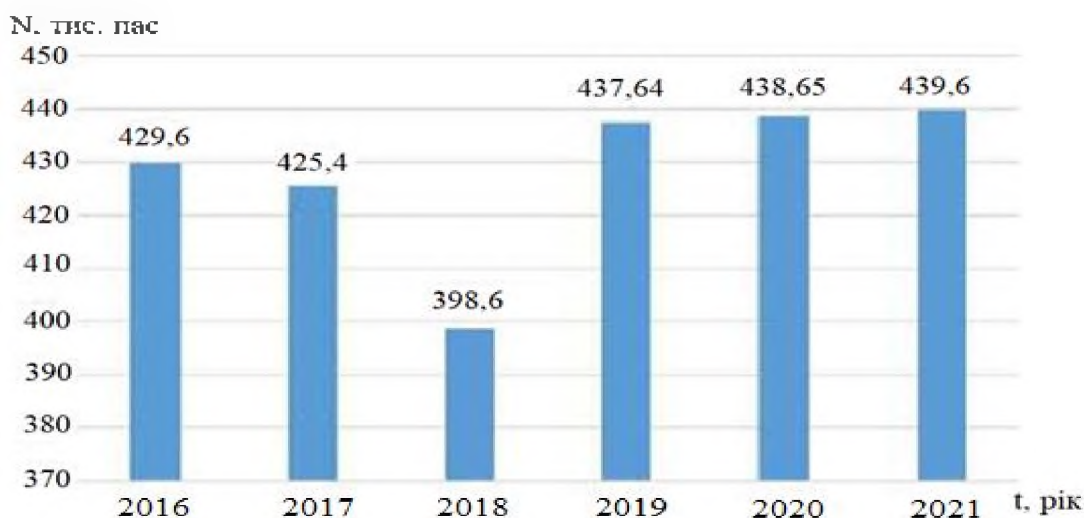


Рисунок 2.1 - Кількість відправлених пасажирів на залізницях України за 2016-2021 рр.

На тлі незначного зростання загальної кількості перевезень посилюється конкуренція між залізничним та автомобільним транспортом. Економічна криза, що супроводжується зниженням доходів населення та різким зростанням тарифів, призвела до скорочення пасажирообігу на 10,5%. Найбільші втрати спостерігаються: у морському транспорті (–50%),

авіаперевезеннях (–32,8%), автомобільному сполученні (–34,97%). У той же час залізничний транспорт демонструє зростання на 8% завдяки відносно помірному зростанню тарифів та перерозподілу пасажиропотоку з інших видів транспорту. За останні 5 років спостерігається чітка тенденція: залізниця +8% пасажирів автотранспорт: –7% пасажирів. Це свідчить про зміну пріоритетів споживачів у бік більш доступних видів перевезень у умовах економічної нестабільності (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 - Зміни загальної частки кількості перевезених пасажирів за 2020-2021 рр.

Світовий досвід доводить, що найефективнішим шляхом підвищення конкурентоспроможності залізниць є впровадження швидкісного руху. У розвинених країнах залізниця становить серйозну конкуренцію авіаперевезенням – після запуску поїздів на 250 км/год її частка на ринку зростає в середньому на 21%. Ключові переваги ВШМ - оптимальний час у дорозі (оптимальний діапазон до 3 годин дозволяє успішно конкурувати як з авіацією, так і з автомобільним транспортом), вища рентабельність порівняно зі звичайними лініями (за винятком первинних інвестицій у інфраструктуру, ВШМ демонструють кращі експлуатаційні показники), ефективна економіко-фінансова модель (фіксовані витрати (персонал, обслуговування) розподіляються на більший пасажиропотік, тарифна політика дозволяє встановлювати вищу ціну за кілометр, зростання доходів із збільшенням швидкості).

Економіка ВШМ будується на принципі перевищення доходів над витратами за умови достатнього пасажиропотоку. Це робить їх не лише транспортним рішенням, а й перспективним інвестиційним проектом.

Порівняння світових тенденцій із сучасним станом українських залізниць виявляє суттєві розбіжності. Низькі маршрутні швидкості та недостатній рівень сервісу в пасажирських поїздах значно послаблюють конкурентні позиції залізничного транспорту. У таких умовах стратегічним напрямом підвищення конкурентоспроможності є впровадження швидкісного руху на рівні 160 км/год з використанням модернізованої інфраструктури, що відкриває перспективи для подальшого зростання швидкостей. Важливим кроком у цьому напрямку стало запровадження з 2013 року експлуатації швидкісних поїздів Hyundai та Škoda (до 160 км/год). Досвід їх використання на мережі українських залізниць потребує ретельного аналізу. Згідно досліджень обсяги перевезень пасажирів швидкісними поїздами щорічно зростають, тому у зв'язку з підвищеним попитом було б доцільно призначити додаткові рейси на деякі напрямки. Отримані дані (наведені в таблиці 2.1) дозволяють обґрунтовано оцінити перспективи подальшого розвитку швидкісного руху в Україні та визначити оптимальні шляхи модернізації пасажирських перевезень.

Таблиця 2.1 - Аналіз кількості перевезених пасажирів швидкісними поїздами Інтерсіті та Інтерсіті+

Напрямок	Період								
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Харківський	321,0	718,1	677,1	990,5	1154,4	965,7	775,8	992,8	1015,7
Львівський	75,7	182,8	248,6	525,9	634,6	233,4	811,4	992,2	936,3
Одеський	-	-	41,3	265,8	378,2	364,9	411,3	399,5	387,8
Тернопільський	-	-	43	174,5	228	201,2	112,6	134,4	148,5
Криворізький	-	-	2,6	26,6	21,8	104,2	111,8	98,8	83,4
Міжнародний (до Перемишля)	-	-	-	-	9,6	430,8	551,3	448,7	589,5
Харків-Вінниця	-	-	-	-	29,1	377,7	248,4	263,1	277,3
Інтерсіті	286,6	259,5	-	-	-	-	211,3	224,1	258,4
Усього	683,3	1160,4	1012,6	1983,3	2455,7	2677,9	3233,9	3553,6	3696,9

Придбання у 2014 році двох вітчизняних електропоїздів ЕКР-1 (виробництва Крюківського вагонобудівного заводу) сприяло збільшенню пропускної спроможності. Попит на швидкісні перевезення зростає завдяки оптимальному співвідношенню ціни, комфорту та часу в дорозі.

Окремо варто відзначити стрімку цифровізацію: частка електронних квитків зростає з 36% у 2016 році до 83% у 2021 році, що свідчить про суттєву зміну у звичках пасажирів та модернізацію сервісу.

Позитивну динаміку демонструють і перевезення пасажирів швидкісними поїздами Інтерсіті+ міжнародними сполученнями на Перемишль. Пасажирські перевезення залізничним транспортом з України в ЄС взагалі за період 2020-2024 рр. суттєво збільшилися - до 589,5 тис. пасажирів.

Якщо проаналізувати всі роки експлуатації нових поїздів Інтерсіті та Інтерсіті+ в Україні, то можна визначити, що вже за перші роки експлуатації - з 2014 року по 2017 рік, ними перевезено понад 14,1 млн пасажирів [25].



Рисунок 2.3 - Статистика заповнювання поїздів Інтерсіті за 2014-2017 рік

У 2017 році поїзди категорій "Інтерсіті+" та "Інтерсіті" демонстрували середню заповнюваність на рівні 92%, перевізши загалом 2,432 млн пасажирів. Це на 761 тисячу більше, ніж у попередньому році. Харківський напрямок став лідером за пасажиропотоком з показником 633 тисячі осіб, тоді як Дніпровський та Львівський напрямки також показали високі результати - 581 тисяча та 437 тисяч пасажирів відповідно. У міжнародному сполученні виділяється напрямок на Перемишль, де було обслуговано 96 тисяч пасажирів. Такі результати свідчать про успішну адаптацію нової системи перевезень та зростаючу довіру пасажирів до швидкісного залізничного сполучення.

У 2021 році швидкісні поїзди компанії УЗШК продемонстрували значний прогрес, обслуговуючи 5,66 мільйонів пасажирів. Цей показник перевищує результати 2020 року на 9%, що свідчить про стабільне зростання популярності швидкісного сполучення серед українців. Важливо відзначити, що частка швидкісних поїздів у загальному пасажиропотоці далекого прямування досягла 10%, при загальному обсязі 55,9 мільйонів пасажирів за рік. Аналіз пасажиропотоку виявляє чітку географічну диференціацію. Харківський напрямок залишається беззаперечним лідером з показником у 1,69 мільйона пасажирів. Сумарний пасажиропотік на Дніпровському напрямку, що включає такі важливі промислові центри як Покровськ і Запоріжжя, склав 1,23 мільйона осіб. Львівський напрямок разом із міжнародним сполученням до польського Перемишля показав результат у 1,143 мільйона пасажирів.

Особливої уваги заслуговують показники завантаженості складів. Вагони першого класу демонструють стабільну заповненість на рівні 90%, тоді як у другому класі цей показник досягає 94%. Такі результати не лише свідчать про високу якість сервісу, але й дозволяють українським швидкісним поїздам утримувати лідируючі позиції серед європейських аналогів за рівнем завантаженості.

Мережа швидкісного сполучення постійно розширюється, охоплюючи все більше регіональних центрів. На сьогодні швидкісні поїзди вже з'єднують Київ з Харковом, Львовом, Дніпром, Запоріжжям, Одесою, Тернополем та іншими містами. Особливе значення має міжнародний маршрут Київ-Львів-Перемишль, який сприяє розвитку транскордонного сполучення. Україна має унікальні географічні переваги для розвитку міжнародного швидкісного сполучення. Через територію країни проходить транс'європейська магістраль Е-30 (Берлін - Мостиська - Львів - Київ), яка в Польщі перетинається з ключовими європейськими маршрутами Е-59 та Е-65. Це відкриває можливості для інтеграції української залізничної мережі в єдиний європейський транспортний простір.

Однак за останнє десятиріччя, незважаючи на розвиток інфраструктури, фактичні показники швидкісних перевезень погіршилися – швидкісні поїзди значно довше стали перебувати у дорозі, а середня швидкість руху суттєво знизилася. До 10-річчя з початку запровадження швидкісного руху «Центр досліджень залізничного транспорту» [40] порівнював розклад руху поїздів Інтерсіті+ у 2012-му та у 2022 році.

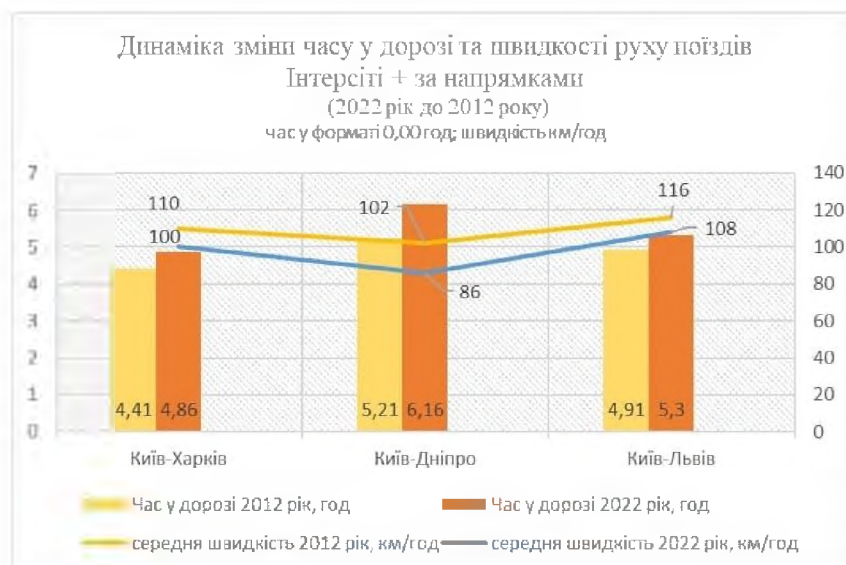


Рисунок 2.4 – Динаміка зміни швидкості руху і часу у дорозі поїздів
Інтерсіті+ за 10 років

«Інтерсіті+» долає відстань між Києвом і Львовом за 5 годин, рухаючись із середньою швидкістю 112 км/год. На маршруті Київ–Харків «Інтерсіті» розвиває швидкість близько 101 км/год. Натомість «Подільський експрес», який прямує до Кам'янця-Подільського, подолавши 480 км за 8 годин, має середню швидкість лише 59 км/год.

У той же час у Франції швидкісний поїзд із Парижа до Бордо долає відстань між містами лише за дві години, розвиваючи середню швидкість 243 км/год. Аналогічні показники тривалості поїздки демонструють поїзди на маршрутах Париж–Марсель і Париж–Ліон – їхня швидкість перевищує 200 км/год. В Іспанії поїзд Мадрид–Барселона рухається із середньою швидкістю 202 км/год, і здатен подолати 504 км за 2,5 години. Проте у Великій Британії поїзди Лондон–Манчестер та Лондон–Единбург розвивають швидкість лише близько 120 км/год. У Німеччині маршрут Берлін–Гамбург займає менше двох годин завдяки середній швидкості 148 км/год. В Італії поїзди Рим–Неаполь і Рим–Мілан досягають 160–167 км/год [41].



Рисунок 2.5 – Порівняння швидкості залізничних експресів в країнах Європи у 2021 році

Отже, на підставі проведеного аналізу сучасного стану та перспектив розвитку залізничного транспорту в Україні було визначено, що найбільш оптимальним і економічно обґрунтованим напрямком розвитку системи швидкісних пасажирських перевезень є змішана модель. Вона передбачає поєднання двох ключових підходів:

1. Модернізацію існуючої залізничної інфраструктури для забезпечення руху пасажирських поїздів із швидкостями до 200 км/год на першому етапі
2. Підготовку технічної бази для подальшого підвищення швидкісних показників у майбутньому

Такий вибір стратегії підтверджується результатами глибокого аналізу динаміки пасажирських перевезень за останні роки. Зокрема, спостерігається стабільне зростання популярності швидкісних сполучень серед пасажирів, що виражається у щорічному прирості завантаженості на рівні приблизно 8%. Ця тенденція свідчить про підвищений попит на якісні та швидкі транспортні послуги.

Для реалізації зазначеної стратегії необхідно провести низку додаткових досліджень. Першочерговим завданням є детальне комп'ютерне моделювання швидкісного руху на різних ділянках мережі АТ "Укрзалізниця", що дозволить:

- Визначити оптимальні параметри модернізації колійного господарства
- Розробити ефективні графіки руху поїздів
- Запобігти потенційним проблемам експлуатації
- Максимально використати наявний технічний потенціал

Реалізація такого комплексного підходу дозволить Україні створити сучасну, ефективну та конкурентоздатну систему швидкісних залізничних перевезень, що відповідає європейським стандартам якості.

3 Формування комплексу моделей удосконалення організації швидкісних перевезень

3.1 Моделювання системи визначення розмірів руху швидкісних поїздів на дільниці

На сьогоднішній день залізничні високошвидкісні перевезення, завдяки своїй поширеності, універсальності та регулярності руху поїздів, а також стабільно привабливій вартості проїзду протягом багатьох років, продовжують зберігати перевагу над іншими видами транспорту. Водночас із розвитком галузі висуваються дедалі жорсткіші вимоги до організації таких перевезень — передусім щодо глибокого аналізу високошвидкісних пасажиропотоків, обґрунтування обсягів руху поїздів та удосконалення обслуговування пасажирів як на вокзалах, так і безпосередньо у поїздах.

Регулярність руху високошвидкісних поїздів на напрямках є одним із основних якісних показників, що характеризує доступність поїздки пасажирів і одночасно оцінює рівень роботи підприємства (стан технічної готовності рухомого складу, наявність резерву рухомого складу, організацію контролю за графіком руху) [37]. Розміри руху високошвидкісних поїздів є одним із визначальних параметрів системи освоєння високошвидкісних пасажиропотоків [36]. Ці аспекти тісно пов'язані й з іншими важливими параметрами підсистеми — обсягами пасажиропотоків і місткістю рухомого складу, пропускною спроможністю дільниці та необхідною частотою курсування поїздів. З огляду на значні сезонні коливання високошвидкісних пасажиропотоків, а також зміну попиту у вихідні та святкові дні, розміри руху високошвидкісних поїздів визначаються окремо для літнього й зимового періодів, а також для робочих і вихідних днів. Окрім цього, враховується зональний розподіл пасажиропотоку в межах високошвидкісної

дільниці, що зумовлює поступове коригування розмірів руху в міру віддалення від головної станції. Під час планування обсягів руху високошвидкісних поїздів обов'язково беруться до уваги масовість перевезень, а також нерівномірність розподілу пасажиропотоків у межах дільниці залежно від пори року, місяця, дня тижня та часу доби.

Головним завданням сектору високошвидкісних перевезень є формування стійкого інтересу пасажирів до послуг залізничного транспорту, що зумовлено необхідністю підвищення конкурентоспроможності пасажирських перевезень. Водночас через обмежене фінансування залізниця змушена скорочувати інтенсивність руху високошвидкісних поїздів, що не дозволяє повною мірою задовольнити наявний попит. Така ситуація вимагає переосмислення підходів до організації високошвидкісних перевезень і запровадження дієвих заходів для забезпечення сталого розвитку залізничного транспорту в довгостроковій перспективі.

Розміри руху високошвидкісних поїздів значною мірою визначають ефективність і якість перевізного процесу, оскільки, з одного боку, з ними пов'язані умови проїзду пасажирів, а з іншого – потреба у рухомому складі, необхідна пропускна спроможність, витрати залізничного транспорту на виконання заданого обсягу високошвидкісних перевезень [33]. Враховуючи високу собівартість високошвидкісних пасажирських перевезень, а в сучасних умовах – їхню збитковість, кількість поїздів повинна відповідати величині і структурі високошвидкісних пасажиропотоків, технічним можливостям депо, власників рухомого складу, напрямків та станцій [37].

Розміри руху високошвидкісних поїздів на окремій дільниці мають відповідати таким основним вимогам [38]:

- забезпечення перевезення заданого обсягу пасажиропотоку як у періоди пікового, так і непікового навантаження;
- дотримання принципу стаціонарності руху, тобто рівноваги між кількістю поїздів, що прибувають і відправляються зі станцій обороту, що є необхідною умовою для формування графіка їх обігу;

- досягнення мінімально можливих витрат, пов'язаних із виконанням перевізного процесу.

Зі збільшенням розмірів руху високошвидкісних поїздів зменшується пропускна спроможність дільниці, зростає потреба у більшому парку рухомого складу, а також підвищуються витрати на технічне обслуговування та ремонт вагонів. Водночас надмірне скорочення кількості рейсів може негативно вплинути на якість обслуговування пасажирів: зростає час очікування поїздів, а самі поїзди курсують із перевантаженням, що знижує комфортність перевезень. Тому кількість високошвидкісних поїздів повинна строго відповідати величині і структурі високошвидкісних пасажиропотоків, аби уникнути небажаних наслідків [36].

Необхідно чітко розрізняти кількість поїздів, що прямують по дільниці в години інтенсивного та неінтенсивного прибуття на головну станцію, а також кількість рейсів, що відправляються з головної станції у відповідні періоди. Такий підхід дає змогу точно визначити необхідну кількість поїздів між головною та проміжними станціями. Крім того, він дозволяє оптимізувати склад поїздів: у години пік доцільно використовувати состави максимальної місткості (наприклад, 10-вагонні), тоді як у менш завантажені періоди — скорочувати кількість вагонів, вводячи в обіг 8-вагонні або 6-вагонні поїзди. Для реалізації такої гнучкої організації руху необхідно запровадити додаткові змінні. Зокрема, під час визначення розмірів руху поїздів між головною і оборотною станцією слід урахувати три змінні для кожного напрямку. У загальному випадку кількість змінних становитиме [39]:

$$k = 2(p + q)n, \quad (3.1)$$

де p — кількість категорій составності поїздів, які обертаються в інтенсивний період;

q – кількість категорій составності поїздів, які обертаються в неінтенсивний період;

n – кількість станцій на ділянці.

Для високошвидкісної дільниці із $n = 6$ станціями при обороті в години пік 10-вагонних поїздів і 8- та 6-вагонних составів в інший період доби для визначення розмірів руху необхідно ввести $k = 2 \cdot (1 + 2) \cdot 6 = 36$ змінних.

Нехай x_{i1} – кількість поїздів i -ї дільниці найбільшої пасажиромісткості, які прибувають на головну станцію в ранішній інтенсивний період;

x_{i2} – кількість поїздів i -ї дільниці найбільшої пасажиромісткості, які прибувають на головну станцію в неінтенсивний період;

x_{i3} – кількість поїздів i -ї дільниці зменшеної пасажиромісткості, які прибувають на головну станцію в неінтенсивний період;

x_{i4} – кількість поїздів i -ї дільниці найбільшої пасажиромісткості, які прибувають на головну станцію у вечірній період пік;

y_{i1} – кількість поїздів i -ї дільниці найбільшої пасажиромісткості, які відправляються із головної станції у вечірній період пік;

y_{i2} – кількість поїздів i -ї дільниці найбільшої пасажиромісткості, які відправляються із головної станції в неінтенсивний період;

y_{i3} – кількість поїздів i -ї дільниці зменшеної пасажиромісткості, які відправляються із головної станції в неінтенсивний період;

y_{i4} – кількість поїздів, які відправляються із i -ї станції після вечірнього періоду пік і прибувають на деповську станцію для нічного відстою.

Тоді для високошвидкісної дільниці, яка складається із n зон, обмеження по освоєнню густоти пасажиропотоків будуть мати вигляд [37]:

– по прибутті на головну станцію ділянки в ранішній період пік

$$\Gamma_i^{pn} \leq a_{\max} \sum_{i=j}^n x_{i1}; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (3.2)$$

– по прибутті на головну станцію в неінтенсивний період доби

$$\Gamma_i^{inn} \leq a_{max} \sum_{i=j}^n (x_{i2} + x_{i4}) + a_{min} \sum_{i=j}^n x_{i3}; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (3.3)$$

– по відправленні із головної станції у вечірній період пік

$$\Gamma_i^{66} \leq a_{max} \sum_{i=j}^n y_{i1}; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (3.4)$$

– по відправленні із головної станції в неінтенсивний період доби

$$\Gamma_i^{ins} \leq a_{max} \sum_{i=j}^n (y_{i2} + y_{i4}) + a_{min} \sum_{i=j}^n y_{i3}; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (3.5)$$

де a_{max}, a_{min} – максимальна і, відповідно, мінімальна місткість состава високошвидкісного поїзда;

$\Gamma_i^{pn}, \Gamma_i^{inn}$ – розрахункові густоти пасажиропотоків в межах i -ї ділянки в напрямку до головної станції відповідно в ранішній період пік і в інший період доби;

$\Gamma_i^{66}, \Gamma_i^{ins}$ – розрахункові густоти пасажиропотоків в межах i -ї ділянки в напрямку від головної станції відповідно у вечірній період пік і в інший період доби.

Умови парності числа ниток прибуття і відправлення поїздів для составів кожної категорії (місткості поїзда) на дільничних станціях [37]:

$$\begin{aligned} x_{i1} + x_{i2} + x_{i4} &= y_{i1} + y_{i2} + y_{i4}; \quad i = 1, 2, \dots, n, \\ x_{i3} &= y_{i3}; \quad i = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Обмеження по кількості колій для відстою составів на дільничних станціях:

$$y_{i4} + r_i \geq x_{i1}; \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3.7)$$

де r_i – кількість колій для відстою составів на i -й зонній станції.

Обмеження по кількості колій для відстою составів на головній станції:

$$\sum_{i=1}^n y_{i4} + r_6 \geq \sum_{i=1}^n y_{i1}, \quad (3.8)$$

де r_6 – кількість колій для відстою составів на головній станції.

Мінімізації витрат на перевезення можна досягти шляхом запровадження відповідної оцінки для кожного поїзда. Оскільки швидкості руху поїздів в межах дільниці суттєво не відрізняються, доцільно використовувати як порівняльний критерій час прямування поїзда в одному напрямку з урахуванням середньої тривалості простою в пунктах обороту.

Оскільки в обороті можуть знаходитись поїзди з різною кількістю вагонів, то цей факт можливо врахувати, збільшивши оцінку в m разів, де m – кількість вагонів у поїзді відповідного призначення.

Тоді умовні витрати будуть мати вигляд цільової функції [37]:

$$z = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n (C_i^{nj} x_i^j + C_i^{bj} y_i^j) \alpha_n \rightarrow \min, \quad (3.9)$$

де C_i^{nj} , C_i^{bj} – умовні оцінки поїздів відповідно, які прибувають на головну станцію і відправляються з головної станції;

α_n - коефіцієнт нерівномірності руху, що враховує різні фактори впливу та відображає фактичні обсяги перевезень.

Окрім того, повинні виконуватись умови невід'ємності і цілочисельності змінних $x_i \geq 0$; $y_i \geq 0$, цілі числа $i = 1, 2, \dots, n$.

Задача мінімізації функції (3.9) при обмеженнях (3.1) – (3.8) є цілочисельною задачею лінійного програмування з великою кількістю змінних, яка може бути вирішена одним із відомих чисельних методів.

Розміри руху можуть бути визначені на основі умови повного освоєння високошвидкісного пасажиропотоку з урахуванням добових коливань його густоти, а також необхідності дотримання заданих інтервалів відправлення поїздів у розрахункові періоди доби та обмежень щодо наявного парку рухомого складу.

При розрахунку розмірів руху необхідно дотримуватись умови з освоєння пасажиропотоку [36]:

$$\Gamma_i \leq \sum \delta_{i,j} \cdot a_t x_j (2 + s_j), \text{ пасажирів,} \quad (3.10)$$

де Γ_i – можлива величина густоти пасажиропотоків на i -й високошвидкісній ділянці та пасажирів;

a_t – середня розрахункова населеність однієї секції високошвидкісного состава в певний період часу t , пас/секція (в години пік для ближніх зон населеність приймається із врахуванням місць для стояння, в непікові періоди і при розрахунку для далеких зон – лише місця для сидіння);

x_j – кількість високошвидкісних поїздів по j -му маршруту схеми обороту, поїзд;

2 – кількість головних секцій у составі високошвидкісного поїзда j -го маршруту, секція/поїзд;

s_j – кількість причіпних секцій у составі високошвидкісного поїзда j -го маршруту, секція/поїзд;

$\delta_{i,j}$ – вибірковий коефіцієнт, що дорівнює 1, якщо поїзди j -го маршруту прямують по ділянці i , що дорівнює 0 – в інших випадках.

Кількість високошвидкісних поїздів на ділянці не повинна бути менше заданої частоти прямування в розрахункові періоди [39]:

$$C_i \leq \sum \delta_{i,j} \cdot x_j, \text{ поїзди за період,} \quad (3.11)$$

де C_i – мінімальна кількість високошвидкісних поїздів у розрахунковий період на ділянці i , поїзди/період.

Робочий парк швидкісних поїздів за кількістю вагонів повинен бути достатнім для варіанта організації руху, що розглядаються:

$$NS^{zol} \cdot T_{пер} \geq \sum 2t_j^{об} \cdot x_j, \text{ секціє-годин,} \quad (3.12)$$

$$NS^{прч} \cdot T_{пер} \geq \sum t_j^{об} \cdot s_j x_j, \text{ секціє-годин,} \quad (3.13)$$

де NS^{zol} – кількість головних секцій моторвагонного депо, секція;

$T_{пер}$ – розрахунковий період часу, год;

$t_j^{об}$ – час обороту состава по j -му маршруту обороту, год.

Отже, на підставі вищенаведеного можна стверджувати, що розміри руху високошвидкісних поїздів на ділянці є ключовим параметром у процесі освоєння високошвидкісних пасажиропотоків.

Цей показник залежить не лише від загального обсягу пасажиропотоку, а й від його добового розподілу, протяжності високошвидкісної ділянки, місткості рухомого складу, швидкостей руху поїздів на ділянці, типу організації руху (графіка), а також від пропускної спроможності інфраструктури.

Існуючі аналітичні методи розрахунку розмірів руху, що враховують лише величину пасажиропотоків у періоди інтенсивного та неінтенсивного попиту, не повною мірою відображають специфіку високошвидкісних перевезень. Вони, зокрема, не враховують вимог стаціонарності графіка, особливостей колійного розвитку зонних станцій, а також можливих втрат пасажирів, спричинених тривалим очікуванням поїздів.

Оптимальним підходом є комплексне визначення розмірів руху з урахуванням усіх періодів доби, що дає змогу обрати економічно доцільний варіант, мінімізуючи загальні витрати залізничного транспорту на здійснення перевезень. Такий підхід сприяє підвищенню конкурентоспроможності залізниці, а також зменшенню втрат пасажирів, які можуть перейти на альтернативні види транспорту.

З метою скорочення витрат доцільно в неінтенсивні періоди доби впроваджувати поїзди з меншою місткістю, наприклад, 6-вагонні состави.

3.2 Математична модель формування пасажиропотоків як основа методики визначення потрібної кількості вагонів у складі швидкісних поїздів

Для ефективного та раціонального використання пасажирського рухомого складу, а також з метою підвищення рівня зручності й комфорту пасажирів, необхідно регулярно здійснювати комплексні дослідження заповнюваності вагонів у поїздах високошвидкісного сполучення. Такі дослідження мають охоплювати різні фактори, що впливають на пасажиропотоки: сезонність перевезень, рівень сервісного обслуговування, якість наданих послуг, а також графіки відправлення поїздів і дальність маршрутів. Вивчення населеності вагонів за цими параметрами дозволяє не лише оптимізувати розподіл рухомого складу відповідно до фактичного попиту, але й удосконалювати сервіс, адаптуючи його до потреб різних категорій пасажирів. Це сприяє підвищенню задоволеності пасажирів, збільшенню привабливості залізничного транспорту та, як наслідок, зростанню його конкурентоспроможності на ринку пасажирських перевезень. При цьому “натурні” методи таких досліджень повинні доповнюватись їх теоретичним узагальненням [26].

Оскільки пасажиропотік є ключовим фактором при виборі рухомого складу, встановленні інтервалів руху поїздів та інших організаційних параметрів, необхідно ретельно аналізувати рівень населеності вагонів у високошвидкісних поїздах. На основі такого аналізу слід розробляти теоретичні положення та методики, які дозволять точно визначати оптимальну кількість вагонів у складах високошвидкісних поїздів [27].

Нерівномірний розподіл пасажирів за часом доби — ранком, вдень і ввечері — формує ключові вимоги до частоти курсування високошвидкісних поїздів, обсягу парку рухомого складу, кількості вагонів у поїздах, а також впливає на всю систему організації перевезень у великих залізничних вузлах [28]. Маючи надійні статистичні дані про заповненість кожного високошвидкісного поїзда протягом доби, можна досить точно й обґрунтовано визначати склади поїздів відповідно до реального обсягу пасажиропотоку [29].

По-перше, прийняти, що населеність високошвидкісних поїздів є змінною випадковою величиною [26]. Як підтвердження цього в таблиці 3.1 наведені значення населеності одного з високошвидкісних поїздів сполученням Фастів – Київ, який курсує щоденно. Ці дані були визначені натурними спостереженнями шляхом проїзду в електропоїзді, а також були використані дані звітів контролерів-ревізорів весняного і літнього періодів 2018 р.

Сума третьої колонки дає загальну кількість спостережень $\sum m = 550$; сума четвертої колонки, де наведена частота значень населеності поїзда в певних інтервалах, завжди дорівнює одиниці, $\sum h_i = 1$; сума п'ятої колонки визначає середнє значення населеності $X_{cp} = 950,59$; сума восьмої — дисперсію досліджуваної величини $D[X] = 40585,11$. Параметр K , який характеризує коливання населеності поїзда визначається за формулою [26]:

$$K = \frac{X_{cp}^2}{D[X]}, \quad (3.14)$$

де X_{cp} – середнє значення населеності високошвидкісних поїздів;

$D[X]$ – дисперсія досліджуваної величини.

Для інтерпретації у належному вигляді розподілу досліджуваної величини, необхідно побудувати багатокутник, відкладаючи по осі абсцис середнє значення інтервалу в розряді, по осі ординат – кількість значень в інтервалі, що наведено на рисунку 3.1. По вигляду багатокутника і по величині параметра K визначається закон розподілу [26].

Якщо величина параметра $K \geq 10$, то можна вважати, що населеність високошвидкісних поїздів розподілена по нормальному закону, якщо $K \approx 6$ – розподіл наближений до нормального, а при $2 \leq K < 6$ – розподіл Ерланга. Залежно від параметра K можна вважати, що населеність високошвидкісних поїздів буде мати або нормальне розподілення, або усічений нормальний розподіл, або розподіл Ерланга [30, 31]. Враховуючи, що параметр K більше 10, можна зробити висновок, що населеність високошвидкісного поїзда у Фастівському напрямку має усічений нормальний розподіл.

Таблиця 3.1 - Розрахунок середньої населеності високошвидкісного поїзда і дисперсії досліджуваної величини

Значення інтервалів в розряді, (пасажирів у поїзді)	Середнє значення інтервалу в розряді, X_i	Кількість значень в інтервалі, m_i	$h_i = \frac{m_i}{\sum m}$	$X_i \cdot h_i$	$X_i - X_{cp}$	$(X_i - X_{cp})^2$	$(X_i - X_{cp})^2 \cdot h_i$
1	2	3	4	5	6	7	8
302–394	348	4	0,007	2,53	-602,14	362576,96	2636,92
395–503	449	6	0,011	4,90	-501,14	251144,94	2739,76
504–596	550	14	0,025	14,01	-400,14	160114,93	4075,65
597–705	651	35	0,064	41,46	-299,14	89486,92	5694,62
706–798	752	52	0,095	71,14	-198,14	39260,90	3711,94
799–907	853	92	0,167	142,76	-97,14	9436,89	1578,53
908–1000	954	145	0,264	251,63	3,86	14,87	3,92
1001–1109	1055	95	0,173	182,31	104,86	10994,86	1899,11
1110–1202	1156	60	0,109	126,16	205,86	42376,84	4622,93
1203–1311	1257	29	0,053	66,30	306,86	94160,83	4964,84
1312–1404	1358	11	0,020	27,17	407,86	166346,81	3326,94
1405–1513	1459	2	0,004	5,31	508,86	258934,80	941,58
1514–1606	1560	2	0,004	5,67	609,86	371924,78	1352,45
1607–1715	1661	2	0,004	6,04	710,86	505316,77	1837,52
1716–1808	1762	1	0,002	3,20	811,86	659110,76	1198,38
Усього	–	$\sum m = 550$	1,000	$X_{cp} = 950,59$	–	–	$D[X] = 40585,11$

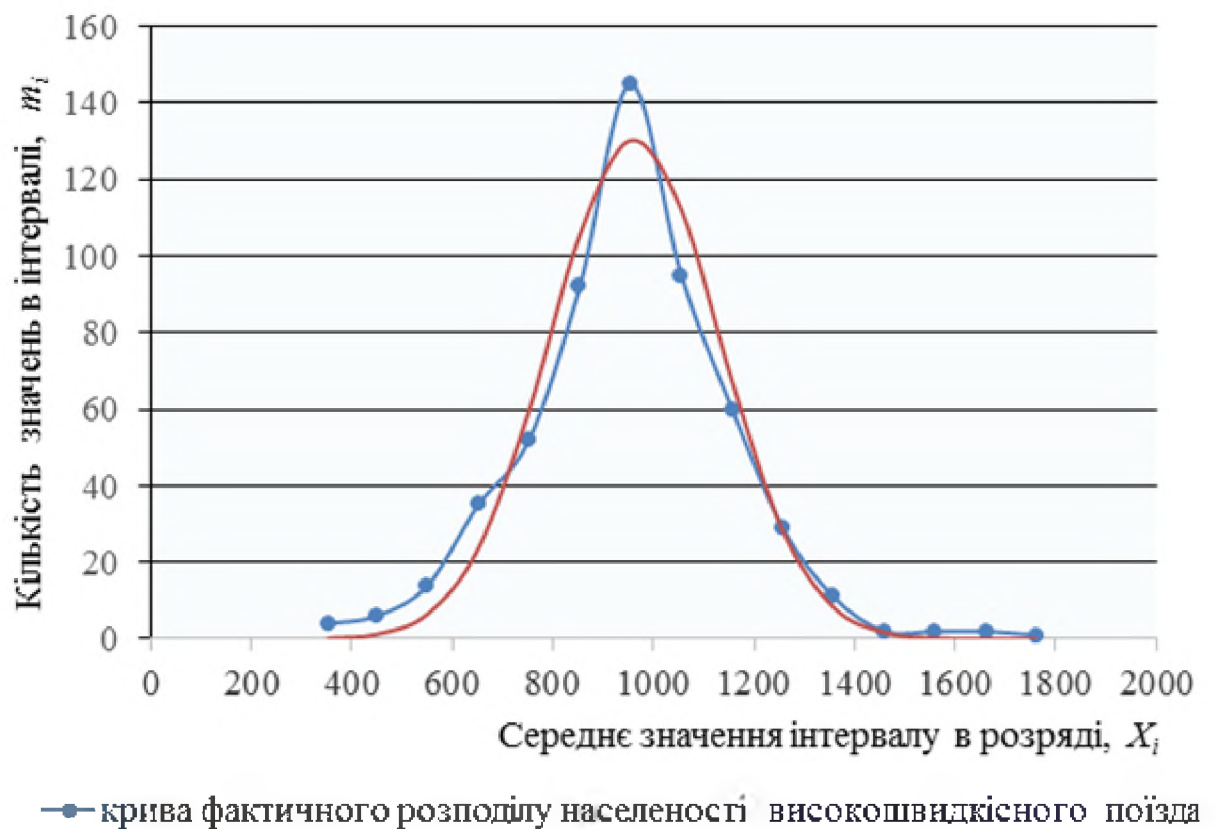


Рисунок 3.1 – Порівняння фактичного і нормального розподілу населеності високошвидкісного поїзда

Для багатьох високошвидкісних поїздів характерні схожі закономірності заповнюваності. Саме тому аналіз статистичних даних і побудова прогнозів можуть здійснюватися як на рівні окремих поїздів, так і в масштабі їхніх груп. Для підрахунку можна використовувати стандартну програму Microsoft Excel [26].

Після обробки статистичних даних, встановлення закону розподілу населеності високошвидкісних поїздів необхідно розрахувати значення функцій розподілу $F(X_i)$ і побудувати сімейство інтегральних кривих населеності для груп поїздів з однаковими законами, але різними середніми значеннями населеності.

Для усіченого нормального розподілу населеності високошвидкісних поїздів функція розподілу визначається за формулою [30]:

$$F(X_i) = \frac{\Phi(u) - \Phi(\xi)}{1 - \Phi(\xi)}, \quad (3.15)$$

Для нормального розподілу функція розподілу визначається за формулою:

$$F(X_i) = \Phi(u), \quad (3.16)$$

де X_i – змінна випадкова величина, пасажирів;

$\Phi(u)$ – функція розподілу, яка відповідає нормальному закону;

$\Phi(\xi)$ – функція нормованої точки усічення;

$$u = \frac{X_i - X_{cp}}{\sigma}, \quad \xi = -\frac{X_{cp}}{\sigma};$$

σ – стандартне відхилення кількості пасажирів в поїзді.

Величина σ визначається за формулою [30, 32]:

$$\sigma = \sqrt{D[X]}, \quad (3.17)$$

де σ – стандартне відхилення кількості пасажирів на платформі

У даному випадку $\sigma = \sqrt{40585,11} = 201,46$ пасажирів у составі.

Значення нормальної і усіченої нормальної функції розподілу визначаються за математико-статистичними таблицями [31].

Коефіцієнт варіації, який показує, на скільки більше розсіювання випадкових величин у порівнянні із середнім значенням, визначається за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{X_{cp}}. \quad (3.18)$$

Високошвидкісні пасажирські поїзди здійснюють рейси на короткі, середні та далекі відстані. Для підвищення заповнюваності їхніх складів необхідно враховувати максимально можливу населеність поїздів при різних варіантах формування маршрутних ниток у графіку руху та з урахуванням технічних характеристик цих поїздів [33].

Гранично допустиму населеність високошвидкісних поїздів із різною кількістю вагонів у складі, враховуючи пасажирів, які їдуть у вагонах різних класів, можна визначити наступним чином [34]:

$$N_{\partial} = P_{\partial} \cdot \sum M, \quad (3.19)$$

де P_{∂} – коефіцієнт допустимої населеності состава (0,8 – 1,0);

$\sum M$ – сумарна кількість місць у составі поїзда.

Гранично допустима населеність високошвидкісних поїздів із різною кількістю вагонів у складі визначає рівень комфорту пасажирів під час поїздки. Вважається, що у високошвидкісному сполученні стоячі місця не допускаються навіть на найближчих ділянках маршруту. Тому всі пасажирів, незалежно від відстані поїздки, повинні мати сидячі місця. Водночас у рухомому складі дозволяється перевезення стоячи двох-трьох осіб на 1 м² вільної площі в тамбурах за умови, що вони не займають окремого сидячого місця [35].

За результатами проведеного дослідження і моделювання сформовано і представлено на рисунку 3.2 сімейство інтегральних кривих населеності для груп поїздів з однаковими законами розподілу (усічене нормальне), але різними середніми значеннями населеності $X_{сер}$.

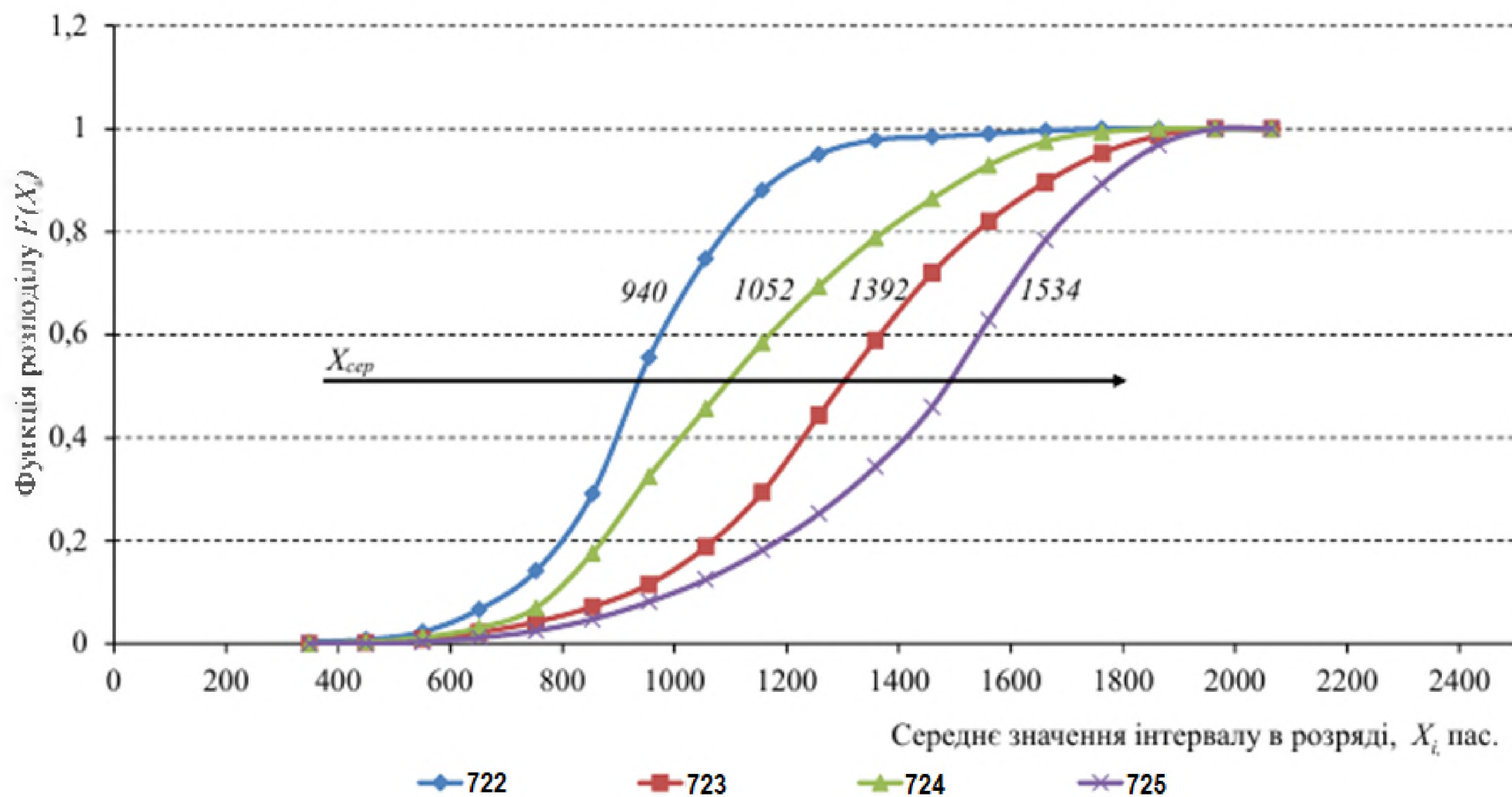


Рисунок 3.2 – Сімейство інтегральних кривих усіченого нормального розподілу населеності швидкісних поїздів Інтерсіті

З аналізу отриманих даних інтегральної функції накопичення пасажирів на платформі для різних поїздів отримано узагальнену формулу апроксимації:

$$F(X_i) = \frac{1}{1 + e^{-\left(\frac{X_i - X_{cep}}{140}\right)}} \quad (3.20)$$

На підставі формули (3.20), побудовано сімейство апроксимуючих інтегральних кривих (рис. 3.3). Як видно з формули (3.20), середня кількість пасажирів в поїзді відповідає значенню 0,5 інтегральної функції ($F(X_{cep})=0,5$). На рисунку 3.3 це відповідає точкам перетину горизонтальної лінії на рівні 0,5 з інтегральними кривими.

Практична реалізація теоретичних напрацювань полягає у використанні оперативних статистичних даних для ухвалення обґрунтованих рішень щодо формування складів швидкісних поїздів. З цією метою доцільно аналізувати середній рівень населеності кожного поїзда за період тривалістю один–два тижні. Визначивши гранично допустиму населеність поїзда при певній кількості вагонів, по графіку (рис. 3.3) необхідно перевірити, чи достатньо буде цієї кількості вагонів для перевезення такої кількості пасажирів, тобто ймовірність $P(X_i \leq N_o)$ того, що кількість пасажирів у поїзді не буде перевищувати гранично допустиму населеність високошвидкісного поїзда $P(X_i \leq N_o) = F(X_i)$ [36]. Кількість вагонів буде достатньою при $F(X_i) \approx 0,9$ (якщо такий рівень ймовірності приймається достатнім для практичних цілей).

З формули (3.20) можна отримати обернену залежність кількості пасажирів з урахуванням значення інтегральної функції:

$$X_i = X_{cep} - 140 \ln \left(\frac{1}{F(X_i)} - 1 \right) \quad (3.21)$$

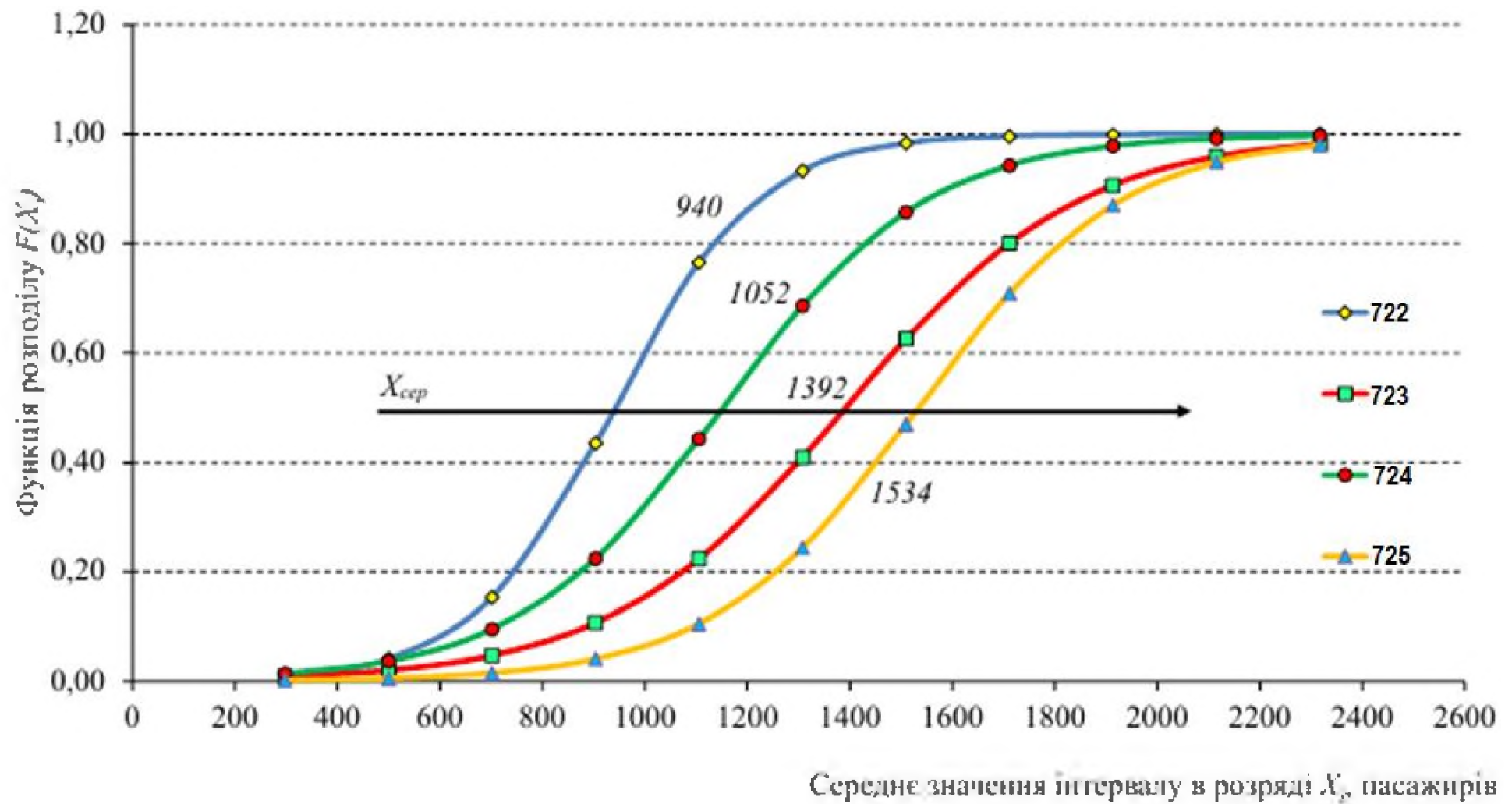


Рисунок 3.3 – Сімейство апроксимованих інтегральних кривих усіченого нормального розподілу населеності швидкісних поїздів Інтерсіті

Для $F(X_i) = 0,9$ отримуємо:

$$X_{\max} = X_{\text{сер}} + 307 \quad (3.22)$$

На рисунку 3.4 зображено залежність $X_{\text{сер}}$ від часу відправлення поїздів.

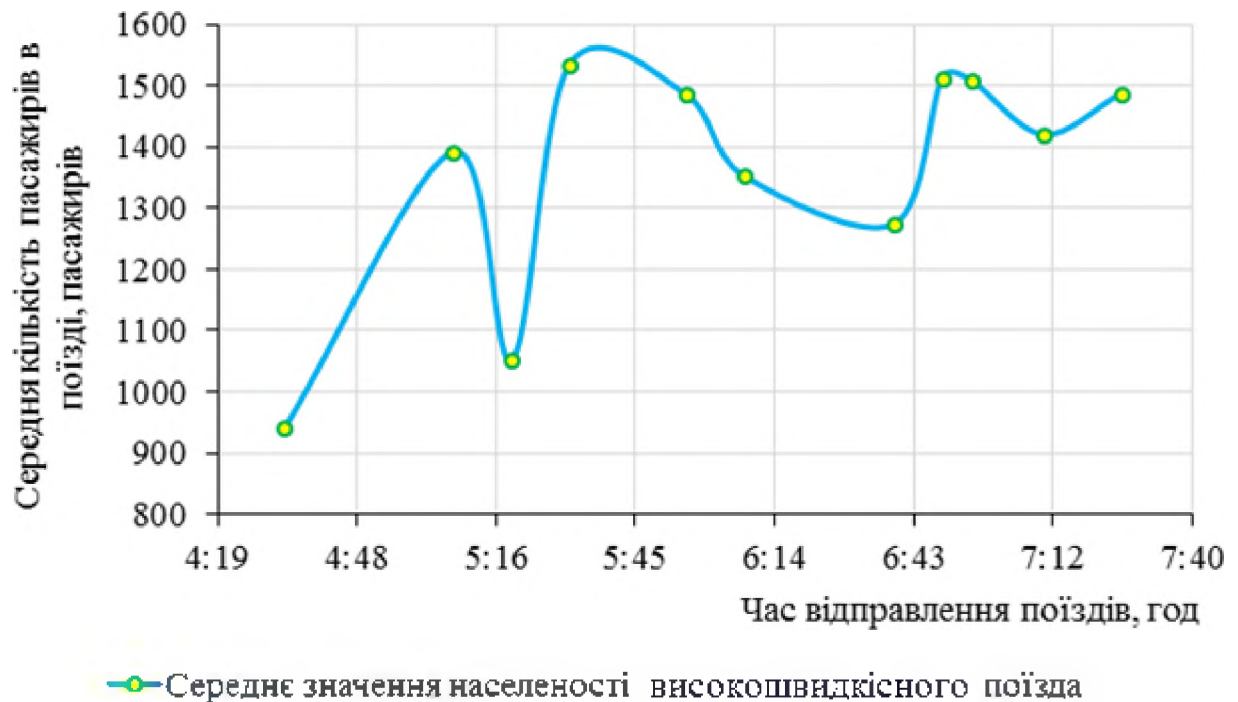


Рисунок 3.4 – Залежність середньої кількості пасажирів від часу відправлення поїзду

На основі отриманих теоретичних положень розроблено методику визначення оптимальної кількості вагонів у складі швидкісного поїзда залежно від часу його відправлення. Нижче наведено приклад розрахунку, здійсненого за цією методикою. Візьмемо поїзд, що відправляється в 6:08 год. За формулою апроксимації отримуємо середню кількість пасажирів в поїзді $X_{\text{сер}} = 1410$ пасажирів. Згідно з формулою (3.22) максимальна кількість пасажирів складає 1717 осіб.

Для перевезення такої кількості пасажирів необхідно мати в складі поїзда 12 вагонів, (що технічно неможливо). Висновок: оскільки максимальний склад поїзда – 10 вагонів, то потрібно змінити розклад руху для уникнення перенаселеності поїзда. Програмний комплекс для складання нового розкладу руху буде розглянуто в п'ятому розділі.

Ймовірність того, що в високошвидкісному поїзді буде більше пасажирів, ніж гранично допустима населеність, дорівнює [26]:

$$P(X_i > N_o) = 1 - F(X_i). \quad (3.23)$$

Оскільки основну частину складів високошвидкісних поїздів у Київському залізничному вузлі становлять поїзди серії ЕР-9М, у розрахунках приймається середнє значення кількості місць для сидіння в одному вагоні – 100. Відповідно, гранично допустима населеність складу становить: при 10 вагонах — не більше 1500 пасажирів, при 8 вагонах — до 1200 пасажирів, при 6 — до 900, і при 4 — до 600 пасажирів.

Підвищення ефективності організації високошвидкісних пасажирських перевезень можливе шляхом оптимального регулювання інтервалів між поїздами та пасажиромісткості їх складів. Такий підхід дозволяє забезпечити збалансовану населеність, знизити непродуктивні витрати на тягову роботу і підвищити рівень комфорту для пасажирів.

Результати регулярних обстежень фактичної населеності високошвидкісних поїздів доцільно використовувати як базову статистичну інформацію для побудови математичних моделей. Такі моделі повинні відображати взаємозв'язок між рівнем населеності, міжпоїзним інтервалом і місткістю складу, що дозволить удосконалити підходи до організації руху та підвищити загальну ефективність системи високошвидкісних перевезень.

4 Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованих заходів.

Урахування резерву пропускної спроможності. Для ефективної організації високошвидкісного руху, у тому числі за тактовим розкладом, необхідною умовою є виділення пропускної спроможності у найбільш завантажені періоди доби в умовах її обмеження, особливо на ділянках примикання до великих розвинених залізничних вузлів.

Наявна пропускна спроможність залежить, головним чином, від технічного оснащення залізничних транспортних систем і також від способу організації поїзної роботи. Потрібна пропускна спроможність відповідає розмірам руху поїздів на перегонах, а також способу організації їх руху. Резерв пропускної спроможності визначається різницею між наявною та потрібною пропускними спроможностями. При відсутності або недостатності резерву необхідними кроками є: збільшення наявної пропускної спроможності (за рахунок зміни організації руху та вдосконалення інфраструктури); зменшення потрібної (головним чином за рахунок зменшення розмірів руху шляхом пропуску поїздів паралельними ходами мережі).

Необхідна провізна спроможність ($N_{номр}$) залізничного тактового руху буде визначатись як:

$$N_{номр} = \frac{N_{існ}}{T_n - t_m}, \quad (4.1)$$

де $N_{існ}$ – фактично існуючий потенційний пасажиропотік для встановлення ринку пасажирських перевезень у тактових поїздах;

T_n – загальна тривалість організації руху тактових поїздів за добу, год;

t_m – час перебування поїзда на маршруті враховується з тією умовою, що останній поїзд повинен прибути на кінцеву станцію до завершення періоду організації тактового руху.

При організації тактового руху у денний період часу (з 6 до 22 год, тобто 16 год щодоби) та часу перебування поїзда на маршруті (приблизно 1,08 год) необхідна інтенсивність попиту на перевезення становитиме:

у напрямку Київ-Пасажирський – Харків-Пасажирський:

$$11342/(16-1,08) = 760 \text{ пасажирів/год};$$

у напрямку Харків-Пасажирський – Київ-Пасажирський:

$$12209/(16-1,08) = 819 \text{ пасажирів/год}.$$

Зазначену провізну спроможність можна забезпечити декількома варіантами організації тактового руху (період організації тактового руху – 16 год, час перебування поїзда на маршруті приблизно 1,08 год), що наведено в таблиці 4.1:

Таблиця 4.1 - Варіанти місткості поїзда та інтервалу відправлення, що забезпечують необхідну провізну спроможність у 819 пасажирів/год

Інтервал прямування поїздів, хв	15	20	30	45	60	75	90
Розрахункова місткість складу поїзда	205	271	410	615	819	1024	1229
Прогнозована (потрібна) місткість складу поїзда за умови збільшення попиту на сполучення на 50 %, пасажирів	410	542	820	1230	1638	2048	2458

Наприклад, для організації тактового руху на напрямку Київ – Харків – Київ необхідно було б 6 складів швидкісних електропоїздів у 9-вагонній композиції. Заданий варіант організації тактового руху вимагає виділення у

діючому графіку руху 23 пари поїздів, що, враховуючи наявні резерви пропускної спроможності, є цілком прийнятним. При тих самих обсягах пасажиропотоків, але застосуванні швидкісних електропоїздів у 6-вагонній композиції необхідно буде виділити вже 46 пар поїздів, що є нереальним з огляду на наявну пропускну спроможність.

Вплив маршрутної швидкості поїздів. При збільшенні маршрутної швидкості потреба у рухомому складі (за кількістю вагонів, а не составів) не зміниться, а зміниться тільки час подорожі пасажирів (таблиця 4.2). Це пояснюється тим, що на конкретній дільниці кількість оборотів складів поїзда протягом часу роботи високошвидкісного транспорту практично не змінюється.

Висока маршрутна швидкість забезпечує менший час подорожі, що значно впливає на конкурентоспроможність залізниць. Маршрутна швидкість враховує всі зупинки поїзда на маршруті прямування, тому вона тим вища, чим менша кількість зупинок та менша їх тривалість:

$$V_m = \frac{\sum PP_m}{\sum ПТ_m}, \quad (4.2)$$

де $\sum PP_m$ – сумарні поїздо-кілометри маршрутів прямування поїздів тактового руху, поїздо-км;

$\sum ПТ_m$ – сумарні поїздо-години перебування поїздів тактового руху на маршруті, поїздо-години.

Оборот поїзда тактового руху – час, за який електропоїздом виконується повний цикл операцій з освоєння однієї пари поїздів графіка руху, годин:

$$Q_n = t'_m + t''_m + t_1^{об} + t_2^{об}, \quad (4.3)$$

де t'_m, t''_m – відповідно тривалість перебування поїзда на маршруті у непарному та парному напрямку відповідно, годин;

$t_1^{об}, t_2^{об}$ – час перебування поїзда на станціях обороту, годин.

Коефіцієнт потреби у кількості складів електропоїздів тактового руху визначається як:

$$K_n = \frac{Q_n}{T_n - t_m}. \quad (4.4)$$

Потрібна кількість складів поїздів визначається:

$$\Pi = K_n \cdot M_{np}, \quad (4.5)$$

де M_{np} – заплановані розміри руху тактових поїздів на добу.

Для тактового руху при встановленому інтервалі між поїздами розміри руху встановлюються як:

$$M_{np} = \frac{T_n - t_m}{t_n}. \quad (4.6)$$

Якщо відомий сумарний час зупинок поїзда на маршруті ($\sum \Pi T_{зуп}$) та середньодобова кількість оборотів одного поїзда на маршруті $\left(M_{np} = \frac{T_n - t_m}{t_n} \right)$:

$$\sum \Pi T_{рух} = \Pi \cdot \frac{(t'_m + t''_m - \sum \Pi T_{зуп})}{K_n}. \quad (4.7)$$

Враховуючи те, що весь час, що поїзд не рухається (в межах доби), він простоює:

$$\sum PT_{np} = P \cdot \left(24 - \frac{(t'_m + t''_m - \sum PT_{зуп})}{K_n} \right). \quad (4.8)$$

Сумарні поїздо-кілометри:

$$\sum PR = 2 \cdot P \cdot \frac{L_m}{K_n}, \quad (4.9)$$

де L_m – відстань маршруту між станціями Київ-Пасажирський та Фастів.

Експлуатаційні витрати встановлюються:

$$E = \sum PT_{рух} \cdot C_{рух} + \sum PT_{np} \cdot C_{np} + \sum PR \cdot C_{п-км} + E_{вит}, \quad (4.10)$$

де $\sum PT_{рух}$, $\sum PT_{np}$, $\sum PR$ – загальні поїздо-години руху, поїздо-години простою та поїздо-кілометри пробігу за добу, поїздо-години та поїздо-км. Розрахунок даних показників зазначено нижче, після порядку розрахунків часу обороту поїздів на маршруті.

$C_{рух}$, C_{np} , $C_{п-км}$ – укрупнені приведені ставки відповідно поїздо-годин у русі, поїздо-годин простою та поїздо-кілометри високошвидкісних електропоїздів, грн;

$E_{вит}$ – приведені добові витрати, що пов'язані із утриманням рухомого складу.

За умови забезпечення маршрутної швидкості в межах 56,4, 75 та 100 км/год та місткості складу поїзда у 600 пасажирів результати наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Техніко-експлуатаційні показники варіантів системи організації тактового руху залежно від маршрутної швидкості (Київ-Пасажирський – Харків-Пасажирський)

Показник	56,4 км/год (існуюча)	75 км/год	100 км/год
Витрати, що пов'язані із поїздо-годинами у русі, грн	118763	34572	24767
Витрати, що пов'язані із поїздо-годинами простою, грн	1299	45825	51011
Постійні витрати на технічне обслуговування поїздів, грн	3263	3263	3263
Разом добові експлуатаційні витрати, грн	123325	83660	79041

Якщо метою реалізації проекту зменшення виробничих витрат, а результати проекту залишаються незмінними за роками розрахункового періоду (тобто, проекти, що здійснюються в окремих підрозділах ПАТ Укрзалізниці, які фінансуються з основної діяльності за кошторисом витрат без отримання прибутку), то приріст економічного ефекту за розрахунковий період визначається за формулою [42]

$$\Delta_T = \sum_{t=1}^n \Delta_t \alpha_t = \sum_{t=1}^n (Z_{t1} - Z_{t2}) \alpha_t ,$$

де Z_{t1} - вартісна оцінка витрат в році t розрахункового періоду до здійснення проекту;

Z_{t2} - вартісна оцінка витрат в році t розрахункового періоду після здійснення проекту.

Визначення економічного ефекту проводиться за умови обов'язкового приведення вартісних оцінок результатів і витрат різних років до єдиного для всіх варіантів реалізації проекту моменту часу - розрахункового року t_p .

Приведення результатів і витрат різних років періоду реалізації проекту до розрахункового року здійснюється множенням їх вартісної оцінки за кожний рік на коефіцієнт приведення α_t , що відповідає даному року.

Якщо результати і витрати різних років здійснення проекту приводяться до останнього року його життєвого циклу, тобто визначаються в майбутній вартості грошей (компаундування), то коефіцієнт приведення результатів визначається за формулою [42]:

$$\alpha = \left(\frac{1+E}{1+Y}\right)^{t_p - t_n}, \quad (4.11)$$

де E – річний норматив приведення результатів і витрат різних років до розрахункового періоду, ($E = 15\%$);

Y – очікуваний середньорічний темп інфляції протягом життєвого циклу проекту в частках одиниці, ($I = 6\%$);

t_p – порядковий номер останнього року розрахункового періоду;

t – порядковий номер року t життєвого циклу проекту, що приводиться до розрахункового року.

$$\alpha_{20} = \left(\frac{1 + 0,15}{1 + 0,06}\right)^4 = 1,38$$

$$\alpha_{21} = \left(\frac{1 + 0,15}{1 + 0,06}\right)^3 = 1,27$$

$$\alpha_{22} = \left(\frac{1 + 0,15}{1 + 0,06}\right)^2 = 1,17$$

$$\alpha_{23} = \left(\frac{1 + 0,15}{1 + 0,06}\right)^1 = 1,08$$

$$\alpha_{24} = \left(\frac{1 + 0,15}{1 + 0,06} \right)^0 = 1$$

Показники ефективності впровадження тактового руху поїздів на прикладі напрямку Київ- Харків наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Показники ефективності впровадження тактового руху поїздів

Показники	Значення показників
Дисконтований термін окупності, років	5
NPV (чиста поточна вартість проекту), грн	62 736 400
IRR (внутрішня норма доходності), %	31,9
PI (індекс прибутковості)	1,3

Економічний аспект. Для оцінки фінансово-економічного стану після впровадження тактового руху високошвидкісних поїздів на конкретному напрямку необхідно визначити: загальну виручку (дохід), загальні витрати, прибуток, виручку на 1 пасажиро-км, прибуток на 1 пасажиро-км. Економічний аналіз розвитку високошвидкісного сполучення на ділянці Київ-Пасажирський – Харків-Пасажирський наведений в таблиці 4.4.

На підставі зроблених розрахунків можна зробити висновок, що показник швидкості 100 км/год має найменші витрати з показників таблиці 4.2. Тому є дуже ефективним у застосуванні.

Таблиця 4.4 – Визначення економічного ефекту

Показник	Рік розрахункового періоду				
	2026	2027	2028	2029	2030
1	2	3	4	5	6
Варіант 1, 56,4 км/год					
1 Доходи за рік, тис. грн.	153419	153419	153419	153419	153419
2 Витрати за рік, тис. грн.	118892	118892	118892	118892	118892
3 Економічний ефект, тис. грн.	34527	34527	34527	34527	34527
4 Коефіцієнт приведення	1,38	1,27	1,17	1,08	1
5 Економічний ефект з урахуванням коефіцієнта приведення, тис. грн.	47647,26	43849,29	40396,59	37289,16	34527
6 Економічний ефект наростаючим підсумком, тис. грн.	47647,26	91496,55	131893,14	169182,3	203709,3
Варіант 2, 75 км/год					
7 Доходи за рік, тис. грн.	153419	153419	153419	153419	153419
8 Витрати за рік, тис. грн.	80397	80397	80397	80397	80397
9 Економічний ефект, тис. грн.	73022	73022	73022	73022	73022
10 Коефіцієнт приведення	1,38	1,27	1,17	1,08	1
11 Економічний ефект з урахуванням коефіцієнта приведення, тис. грн.	100770,36	92737,94	85435,74	78863,76	73022
12 Економічний ефект наростаючим підсумком, тис. грн.	100770,36	193508,3	278944,04	357807,8	430829,8
Варіант 3, 100 км/год					
13 Доходи за рік, тис. грн.	153419	153419	153419	153419	153419
14 Витрати за рік, тис. грн.	75778	75778	75778	75778	75778
15 Економічний ефект, тис. грн.	77641	77641	77641	77641	77641
16 Коефіцієнт приведення	1,38	1,27	1,17	1,08	1
17 Економічний ефект з урахуванням коефіцієнта приведення, тис. грн.	107144,58	98604,07	90839,97	83852,28	77641
18 Економічний ефект наростаючим підсумком, тис. грн.	107144,58	205748,65	296588,62	380440,9	458081,9

Висновки

У першому розділі на підставі зроблено висновок на експлуатацію ТПВ за участю швидкісного залізничного транспорту істотно впливає те, що вони є основним місцем вирішення транспортних потреб пасажирів. Рівень сервісу та обсяг перевезень в умовах ТПВ в основному залежать від рівня задоволеності пасажирів, рентабельності послуг та доходу від перевезень. Найбільш повно задовольнити транспортні потреби пасажирів можливо за рахунок використання технологій мультимодальних пасажирських перевезень в умовах інтеграції рішень в області інформаційних технологій та формування узгоджених графіків руху взаємодіючих видів пасажирського транспорту. Удосконалення мультимодальних пасажирських перевезень дозволить підвищити конкурентоспроможність та прибутковість видів транспорту, покращити якість використання транспортних засобів.

У другому розділі На підставі проведеного аналізу визначено, що найбільш прийнятним напрямком розвитку системи швидкісних залізничних пасажирських перевезень в Україні є змішаний варіант розвитку мережі швидкісних сполучень на основі модернізації існуючих залізничних ліній для можливості руху пасажирських поїздів до 200 км/год. Це підтверджує проведений аналіз щодо динаміки обсягів перевезень та населеності швидкісних поїздів, зростання якої становить 8%. Для впровадження швидкісних перевезень на нових напрямках доцільно створити модель розвитку топології швидкісного руху на мережі АТ «Укрзалізниця».

У третьому розділі виконано формування моделей удосконалення організації швидкісних пасажирських перевезень, що була покращена за рахунок регулювання інтервалів руху поїздів та пасажиромісткості їх составів, що в комплексі забезпечить оптимальну їх населеність, мінімальні непродуктивні витрати на тягу високошвидкісних поїздів та більш комфортні умови проїзду пасажирів.

Дані регулярних обстежень населеності високошвидкісних поїздів повинні використовуватися як вихідна статистична інформація, на підставі якої будуються математичні моделі населеності високошвидкісних поїздів як функції їх населеності, міжпоїзного інтервалу і пасажиромісткості составів, що дає можливість вдосконалювати організацію високошвидкісних пасажирських перевезень.

У четвертому розділі розраховали економічний ефект від впровадження запропонованих заходів. На підставі зроблених розрахунків можна зробити висновок, що може бути отримано достатньо значимий економічний ефект.

Залізничний транспорт має достатньо високий технічний і технологічний потенціал. При високому рівні зносу основних засобів у українських залізниць все ж досить потужна інфраструктура на найважливіших напрямках. Проекти, які намічені до реалізації, мають високу ефективність і при ефективному та розумному менеджменті вони обов'язково дадуть позитивний ефект.

Розвиток інноваційної діяльності, мотивація інноваційно-інвестиційних процесів на залізничному транспорті, впровадження нововведень в роботу залізничних компаній дозволить підвищити конкурентоспроможність залізничного транспорту на ринку міжнародних транспортних послуг і поліпшити конкурентні позиції в умовах євроінтеграції та загострення конкуренції.

Найважливішим завданням залізничного комплексу України при роботі в умовах нестабільної ринкової економіки є забезпечення стійкого фінансового стану. В Україні підтримка залізничної інфраструктури відбувається за державні кошти. Існуюча система залізничного транспорту в Україні є сукупністю залізниць та інших державних підприємств, які фактично не оформлені в єдиний виробничий комплекс, має низьку привабливість для інвесторів і не дозволяє без державної гарантії залучати необхідні інвестиції в оновлення основних засобів та забезпечити євроінтеграційні процеси.

Реформування системи залізничного транспорту сьогодні є першим кроком на шляху інституційної адаптації залізничного транспорту України, а

також застосування прозорих ринкових механізмів. В першу чергу реформування вимагає якісного удосконалення законодавчої бази і організаційної структури, для чого необхідний системний, комплексний підхід, оновлення менеджменту та подальше акціонування галузі.

На експлуатацію ТПВ за участю швидкісного залізничного транспорту істотно впливає те, що вони є основним місцем вирішення транспортних потреб пасажирів. Рівень сервісу та обсяг перевезень в умовах ТПВ в основному залежать від рівня задоволеності пасажирів, рентабельності послуг та доходу від перевезень. Найбільш повно задовольнити транспортні потреби пасажирів можливо за рахунок використання технологій мультимодальних пасажирських перевезень в умовах інтеграції рішень в області інформаційних технологій та формування узгоджених графіків руху взаємодіючих видів пасажирського транспорту. Удосконалення мультимодальних пасажирських перевезень дозволить підвищити конкурентоспроможність та прибутковість видів транспорту, покращити якість використання транспортних засобів.

Список використаних джерел

- 1 Д.В. Константинов, О.В. Зуй, О.В. Рудницький. Розвиток залізничних перевезень в Україні в умовах військового стану. 5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 61-62.
- 2 Проект Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року. URL: <https://mtu.gov.ua/projects/133/> (Дата звернення: 05.10. 2022)
- 3 Кірпа Г. Інтеграція залізничного транспорту України в Європейську транспортну систему: [монографія] / Георгій Кірпа. Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2004. С. 248
- 4 Аналіз транзитних вантажопотоків через територію України в 2014-2018 рр. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (Дата звернення: 05.10. 2022)
- 5 Божок Н.О. Нарямки впровадження швидкісних пасажирських перевезень в Україні. Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Проблеми економіки транспорту». 2013 Вип. 5. С. 46–56.
- 6 Дикань В.Л. Швидкісний рух залізничного транспорту в світі та перспективи його розвитку в Україні. Вісник економіки транспорту та промисловості. 2010. № 32. С. 15–25
- 7 Дейнека О.Г. Теоретико-концептуальні засади формування інфраструктурної системи швидкісних залізничних магістралей. Вісник економіки транспорту та промисловості. 2017. № 59. С. 52–61
- 8 Чупир О.М. Орієнтири розвитку швидкісних магістралей в Україні. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2013. № 42. С. 190–194
- 9 Українська залізнична швидкісна компанія. URL: https://www.uz.gov.ua/about/general_information/entertainments/ukrainian_fastspeed_railway_company/ (Дата звернення: 09.10. 2022)

- 10 Національна стратегія – 2030 Drive Ukraine. URL: <https://mtu.gov.ua/>
(Дата звернення: 05.10.2022)
- 11 Євроінтеграція. URL: <https://mtu.gov.ua/> (Дата звернення: 05.10.2022)
- 12 Управління залізничним транспортом країни: 2- е вид., перероб. і доп /
Ю. С. Бараш. Дніпропетровськ, 2006. С. 259
- 13 Головкова Л.С. Сукупний економічний потенціал корпорації: формування та розвиток: [Монографія]. Запоріжжя: Вид-во КПУ, 2009. С. 340
- 14 Дикань В. Л. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту: Монографія. В.Л. Дикань, В. О. Зубенко. Х.: УкрДАЗТ, 2008. С. 194
- 15 Бутько, Т. В. Формування моделі організації пасажиропотоків при здійсненні пересадок на залізничному вокзалі з використанням колективного інтелекту / Т. В. Бутько, А. В. Прохорченко, О. О. Журба // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2006. - № 3/2. - С. 6-9
- 16 Транспортна стратегія України на період до 2020 року: Схвал. : Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.10 № N 2174-р. Урядовий кур'єр, 22.12.10. - № 240
- 17 Вакуленко, С. П. Мультимодальні пасажирські перевезення за участі АО «ФПК»: Уч. посібник / С. П. Вакуленко, Е. В. Копіпова, Е.Б. Куликова, А.В. Колін – М.: МГУПС, 2015. С. 110
- 18 Журба, О. О. Моделювання процесу пересадки пасажирів на залізничному вокзалі Харків- пасажирський за варіантом «пасажирський поїзд - міський транспорт» / О. О. Журба // Збірник наукових праць URL: tstt.diit.edu.ua
(Дата звернення: 05.10. 2022)
- 19 Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В. Formation of fuzzy support system for decisionmaking on merchantability of rolling stock in its allocation // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Т. 6. – №. 3 (78). – С. 11-17

20 Євреснова, Н. Ю. Вибір параметрів транспортно-пересадочних вузлів, формованих за участі залізничного транспорту: дис. канд. техн. наук: 05.22.08 / Євреснова Надія Юріївна. – М., МГУПС, 2014. – С. 255

21 Ломотько, Д. В. Аналіз рівня сервісу в умовах транспортно-пересадочних вузлів на високошвидкісних залізничних магістралях / Д. В. Ломотько, Г. Г. Даценко // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2016. – Вип. 161. – С. 25-35.

22 Аналіз динаміки пасажиропотоків по Україні в умовах швидкісних перевезень / Канд. техн. наук Л. О. Пархоменко, магістранти В. Ю. Серпокрилов, Д. М. Коваленко URL: <http://193.105.7.137/> (Дата звернення: 14.10. 2022)

23 Зайцева І.Ю. Аналіз фінансовоправових відносин в процесі інтеграції України до Транс-Європейської транспортної мережі ТЕМ-Т[Текст] / І.Ю. Зайцева// Сучасні тенденції управління розвитком організаційно-економічних систем (новий погляд): колективна монографія / Заг. ред. д.е.н., професора Р.Р. Тіміргалєвої. - Сімферополь: ВД "АРІАЛ", 2014. - С. 473-483

24 Сазонов С.Л. Динамічний розвиток високошвидкісних залізниць Китаю// Економіка залізниць 2011 - №8, с.82-92.

25 Рис 7. Статистика заповнювання поїздів Інтерсіті і Інтерсіті+ за 2017 рік. URL: <https://cfts.org.ua/> (Дата звернення: 14.10.2023)

26 Мироненко В. К. Використання натурних досліджень і математичних методів для вдосконалення організації високошвидкісних пасажирських перевезень. Залізничний транспорт України. 2014. №2. С. 3 – 8.

27 Яновський П. О. Пасажирські перевезення: [навчальний посібник] / Яновський П. О. – К.: НАУ, 2008. – 469 с.

28 Бутько Т. В. Удосконалення технології організації високошвидкісних перевезень. Збірник УкрДАЗТ – Вип. 102. – Х., 2009. – С. 15 – 23.

29 Боровікова М. С. Організація руху на залізничному транспорті. М.: Маршрут, 2003. С. 368

30 Вентцель Е.С. Задачі та вправи з теорії ймовірностей: [навч. посібник для студ. вишів] / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 5-е вид., випр. М.: Академия, 2003. С. 448

31 Калинина В.Н. Математична статистика / В. Н. Калинина, В. Ф. Панкин. – М.: Вища школа, 1994. С. 336

32 Вентцель Е.С. Теорія ймовірностей. – М.: Вищ. шк., 2001. С. 575

33 Грушевська Т.М. Технологія високошвидкісних перевезень в залежності від інтервалу відправлення і дальності перевезення пасажирів. Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 21. – К.: ДЕТУТ, 2013. – С. 164 – 170

34 Удосконалення пасажирських перевезень на залізничному транспорті. А. А. Колесов, Б. А. Таулин, И. Н. Шапкин, В. Г. Шубко. М.: Транспорт, 1991. С. 142

35 Самсонкін В. М. Особливості організації пасажирських перевезень в високошвидкісному сполученні / Самсонкін В. М., Яновський П. О., Гудков О. М. // Тези доп. II Наук.-практ. конф.: Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: Техніка, технологія, економіка і управління;. Сер. «Техніка, технологія». – К.: КУЕТТ, 2004. – С. 162 – 164

36 Пазойський Ю.О. Оптимізація параметрів системи освоєння високошвидкісних пасажиропотоків в умовах мегаполіса: автореферат дис. на здоб. вч. ступеня д-ра техн. наук: 05.22.08 / Ю.О. Пазойский. – М.:, 2000. С. 47

37 Габа В. В. Визначення розмірів руху високошвидкісних поїздів на ділянці методом цілочисельного програмування. Залізничний транспорт України. 2013. № 3. С. 30 – 33

38 Грушевська Т. М. Організація високошвидкісних перевезень в умовах реформування залізничного транспорту. Залізничний транспорт України. 2013. №1. С. 16 – 19

39 Вакуленко С. П. Стохастична модель розрахунку зонних розмірів руху високошвидкісних поїздів. Вісник Міжнародного науково-дослідного інституту залізничного транспорту. – 2003. – №11. – С. 7 – 10

40 За 10 років швидкість поїздів Інтерсіті+ суттєво знизилася. URL: <https://www.railinsider.com.ua/za-10-rokiv-shvydkist-poyizdiv-intersiti-suttyevo-znyzylasya/> (Дата звернення: 07.12.2023)

41 Від 60 до 240 кілометрів: з якою середньою швидкістю їздять потяги в Україні та інших країнах Європи. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2021/12/07/infografika/suspilstvo/60-240-kilometriv-yakoyu-serednoyu-shvydkistyu-yizdyat-potyahy-ukrayini-ta-inshyx-krayinax-yevropy> (Дата звернення: 07.12.2023)

42 Методичні рекомендації щодо розробки економічної частини випускної роботи магістрів за спеціальності «Транспортні технології на залізничному транспорті». URL: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/metodichka-po-jeknom-chasti-dp-2023.pdf> (Дата звернення: 12.12.2023)

43 Д.В. Константинов, О.В. Зуй. Перспективи розвитку швидкісних залізничних пасажирських перевезень в Україні. 21-а міжнародна науково-технічна конференція «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика», Харків, 05–06 червня 2025 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – С.