

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»  
(назва факультету)

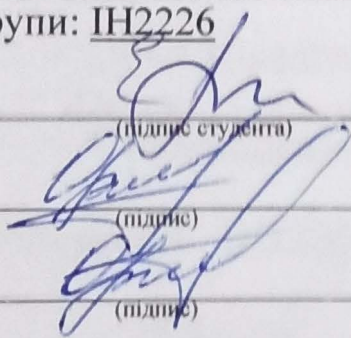
«Транспортна інфраструктура»  
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи  
ОС «магістр»  
(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження техніко-економічних показників швидкісних електропоїздів ЕКр-1 Тарпан у міжнародному сполученні за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт  
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ІН2226

  
(підпис студента)

/ Андрій ЄЖЕЛЬ /

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

  
(підпис)

/ к.е.н. Олександра ОРЛОВСЬКА /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

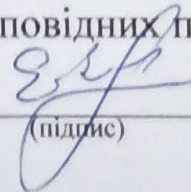
  
(підпис)

/ к.е.н. Олександра ОРЛОВСЬКА /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

  
(підпис)

**Ministry of Education and Science of Ukraine**  
**Ukrainian State University of Science and Technologies**

Building, architecture and infrastructure

---

(faculty)

Transport infrastructure

---

(department)

**Explanatory Note**  
**to Master's Thesis**

**Master**

(higher education degree)

on the topic: Study of technical and economic indicators of high-speed electric trains  
EKr-1 Tarpan in international traffic

according to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport

in the Specialization: 273 Railway Transport

---

(Specialization and its code )

Done by the student of the group: IH2226

/ Andrii YEZHEL /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Ph.D. Oleksandra ORLOVSKA /

(position, name, surname)

Normative controller:

/ Ph.D. Oleksandra ORLOVSKA /

(position, name, surname)

**Міністерство освіти і науки України**  
**Український державний університет науки і технологій**

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

  
(підпис)

Олексій ТЮТКІН  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата 23.01.2023

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту Сжелю Андрію Федоровичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження техніко-економічних показників швидкісних електропоїздів ЕКр-1 Тарпан у міжнародному сполученні»

Керівник роботи: Орловська Олександра Володимирівна, к.е.н., доцент  
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «28» квітня 2023 р. № 360ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

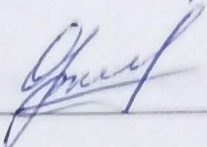
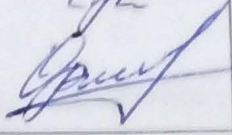
3. Вихідні дані до роботи: документація по дизель-поїзду ЕКр-1 та методика розрахунку техніко-економічних показників

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Загальний стан проблеми. Розділ 2. Організація пасажирських перевезень. Розділ 3. Графіки руху приміських поїздів. Розділ 4. Техніко-економічні показники приміських перевезень. Розділ 5. Аналіз конкурентоспроможності електропоїзда ЕКр-1 Тарпан та його відповідність вимогам інтероперабельності. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 10...12 слайдів).

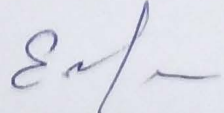
## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Всі розділи	Орловська О.В., доцент	30.10.2023 	30.10.2023 

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Загальний стан проблеми.	30.10.2023- 12.11.2023	
2	Розділ 2. Організація пасажирських перевезень.	13.11.2023- 23.11.2023	
3	Розділ 3. Графіки руху приміських поїздів.	24.11.2023- 01.12.2023	
4	Розділ 4. Техніко-економічні показники приміських перевезень.	02.12.2023- 12.12.2023	
5	Розділ 5. Аналіз конкурентоспроможності електропоїзда ЕКр-1 Тарпан та його відповідність вимогам інтегрованості.	13.12.2023 - 06.01.2024	
6	Висновки. Оформлення ВКР.	07.01.2024	
7	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024- 14.01.2024	
8	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
9	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент

  
(підпис)Андрій ЄЖЕЛЬ  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

  
(підпис)Олександра ОРЛОВСЬКА  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

79 стор., 14 рис., 9 табл., 11 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – рухомий склад для пасажирських перевезень (електропоїзд ЕК1 «Тарпан»).

Мета роботи – підвищення ефективності транскордонних залізничних пасажирських перевезень між Україною та країнами ЄС.

В магістерській роботі проведено аналіз особливостей техніко-економічних показників швидкісних електропоїздів ЕКр-1 Тарпан і вимог до процесу його експлуатації.

Проведений розрахунок рівня конкурентоспроможності вітчизняного електропоїзда ЕКр1 Тарпан ВАТ «КВБЗ».

Проаналізовано наукові праці, присвячені дослідженню техніко-економічних показників рухомого складу, організацію пасажирських перевезень, графіки руху приміських поїздів.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ, ТЕХНІЧНІ СПЕЦІФІКАЦІЇ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ, ЕЛЕКТРОПОЇЗД, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

**СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І СЛОВНИК ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ**

ГОСТ	Державний стандарт
ДПТ, ДНУЗТ	Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
ЄС	Європейський Союз
ТСІ	Технічні специфікації інтероперабельності
МСЖД	Міжнародний союз залізниць
ОСЖД	Організація співробітництва залізниць СНД
СНД	Співдружність незалежних держав
EN	Європейська норма
ERA	Європейське залізничне агентство
UIC	Міжнародний союз залізниць
АТ УЗ	Акціонерне товариство «Українська залізниця»
УЗ	Укрзалізниця
ПРС	Прискорений рухомий склад
ПАТ «КВБЗ»	ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»
ПКЗТ	Пасажирський комплекс залізничного транспорту
ЕП	Електропоїзд
УЗШК	Українська залізнична швидкісна компанія
МВК	Міжвідомча комісія
ТРА	Технічно-розпорядчий акт

**ЗМІСТ**

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ .....	11
1.1 Аналіз наукових праць, присвячених дослідженню техніко-економічних показників рухомого складу .....	11
1.2 Аналіз особливостей організації швидкісного руху в Україні .....	13
1.3 ЕКр1 Тарпан.....	24
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	27
РОЗДІЛ 3. ГРАФІКИ РУХУ ПРИМІСЬКИХ ПОЇЗДІВ.....	47
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	67
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЕЛЕКТРОПОЇЗДА ЕКр-1 ТАРПАН ТА ЙОГО ВІДПОВІДНІСТЬ ВИМОГАМ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ.....	71
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	78
СПИСОК ВИКОРАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	79

## ВСТУП

Дослідження техніко-економічних показників роботи транспорту - актуальна науково-технічна та організаційна тема.

У Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [1] зазначено, що на сьогоднішній день транспортна галузь України загалом задовольняє лише основні потреби населення та економіки у перевезеннях за обсягом, але не за якістю. Сучасний стан транспортної галузі України не повною мірою відповідає вимогам ефективної реалізації євроінтеграційного курсу України та інтеграції національної транспортної мережі до Транс'європейської транспортної мережі.

Зміни, що відбуваються останні десять років на залізничному транспорті, вимагали перегляду багатьох питань організації експлуатаційної та економічної роботи галузі. Одним з найважливіших завдань, що стоять на сучасному етапі перед АТ «Укрзалізниця» є підвищення ефективності використання матеріальних, трудових, фінансових та інших ресурсів, що визначається рівнем витрат підприємств, що забезпечують перевізний процес та займаються експлуатацією та утриманням основних фондів залізничного транспорту.

На всіх етапах розвитку залізниць України постійний інтерес у дослідників викликали розрахунки, пов'язані з визначенням витрат на перевезення вантажів та пасажирів, а також шляхи їхньої оптимізації. Однак, трансформація структури управління, нова система взаємовідносин та цільова спрямованість компанії «Укрзалізниця» визначили суттєві зміни в обліку, звітності та розрахунках питомих транспортних витрат, що актуалізує вирішення цих питань у сучасних умовах.

Згідно з основними інструкціями залізничного транспорту України головним напрямом роботи залізниць є: забезпечуючи потреби в перевезеннях пасажирів і вантажів, гарантувати безпеку руху і збереження вантажів, що перевозяться, ефективно використовувати технічні засоби, задовольняти вимоги охорони праці та охорони навколишнього середовища.

Сьогодні залізниця на певному рівні забезпечує потреби населення і суспільного виробництва в перевезеннях. Проте технологічний рівень транспорту не може задовольнити зростаючі потреби суспільства. Одним із засобів покращення стану залізниці та конкурентоспроможності пасажирських перевезень є запровадження пришвидшеного та високошвидкісного руху. З цієї причини національний уряд прийняв ряд концепцій щодо покращення загального використання залізниці.

Головною проблемою серед багатьох проблем всієї залізниці є ефективне, раціональне та економічно вигідне використання та експлуатація всього парку рухомого складу. Адже навіть неозброєним оком пересічні громадяни можуть помітити відставання розвитку залізничного господарства нашої країни від території сусідніх держав: не лише країн Європи, а й країн СНД. Серед інших проблем (наявність необхідного обладнання, висококваліфікований персонал) однією з головних проблем вантажного автотранспорту є моральне старіння парку рухомого складу. Отже, досліджуючи техніко-економічні показники, можна вирішити деякі проблеми, пов'язані з ефективністю використання електрорухомого складу, що сприятиме не тільки вдосконаленню індустрії обслуговування, але й підвищенню економічної доцільності його використання.

Станом на зараз широко обговорюється питання щодо перспективи подальшого розвитку денного пасажирського залізничного руху в Україні. Особливістю українських залізниць є відсутність чітких стратегічних планів розвитку цього напрямку.

У своєму першому інтерв'ю 27 серпня 2020 року голова правління АТ «Укрзалізниця» Володимир Жмак (на той час) анонсував досить сміливі та амбітні зміни як у структурі самої «УЗ», так і в подальшому розвитку вектора пасажирських перевезень. Акцент на організацію швидкісних перевезень з використанням моторвагонного рухомого складу для України, без сумніву, є багатообіцяючим та перспективним [2].

Вибираючи між нічними та швидкісними поїздами, Володимир Жмак зазначив, що схиляється до того, щоб інвестиції передусім прямували в оновлення парку швидкісних електропоїздів.

Вищезазначені фактори визначають актуальність організації пасажирського руху на міжнародних тягових плечах, зокрема Львів (Україна) – Перемишль (Польща) електропоїздами ЕКр-1 Тарпан та, відповідно, теми магістерської дипломної роботи.

Метою роботи є підвищення ефективності транскордонних залізничних пасажирських перевезень між Україною та країнами ЄС.

*Об'єктом дослідження* у цій роботі є рухомий склад для пасажирських перевезень (електропоїзд ЕК1 «Тарпан»).

*Предметом дослідження* є техніко-економічні показники експлуатації швидкісних електропоїздів ЕКр-1 Тарпан.

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

### 1.1 Аналіз наукових праць, присвячених дослідженню техніко-економічних показників рухомого складу

Вчені та винахідники України внесли значний вклад у розвиток науки про дослідження техніко-економічних показників рухомого складу на залізничному транспорті.

Дослідженнями вчених-транспортників в економіці залізниць було виділено цілий напрямок, присвячений розрахунку та використанню питомих витрат для оцінки організації та якості експлуатаційної роботи. Варто зазначити, що зараз розрахунок таких показників має відображати особливості, пов'язані зі зміною структури управління та діяльності компанії. Так, зокрема, розрахунки лише у межах територіальної філії не дають об'єктивної вартісної оцінки всього транспортного процесу. При виділенні функціональних дирекцій відбувається дезагрегація вартісних показників (витрат), зміна дислокації вихідних даних, отже, витрати, розраховані на одиницю вимірника відбивають лише частину витрат, що з перевізним процесом. Таким чином, питання визначення питомих витрат за окремими рівнями управління залізничним транспортом набувають в сучасних умовах особливого інтересу.

Значний внесок у покращення та підвищення ефективності технічного обслуговування ПРС зробили дослідження О. Б. Бабаніна, Г. Г. Басової, Б. Є. Боднара, Т. В. Бутко, О. Л. Голубенко, С. Г. Грищенко, М. І. Капіци, Крашенініної О. С., Калабухіна Ю. Є., Панченко С.В., Пузиря В.Г., Тартаковського Є.Д., Устенко О.В. та ін.

У статті [2] розглянуто особливості розвитку денного швидкісного залізничного пасажирського сполучення в Україні. Окрему увагу приділено співробітництву Українських залізниць та провідних підприємств залізничного машинобудування (Alstom, Hyundai Corporation, Hyundai Rotem, Крюківський вагонобудівний завод, PESA) у сфері постачання швидкісного пасажирського

рухомого складу в Україну в період з 2006 р. дотепер. Висвітлено історію формування нормативної бази для створення швидкісних електропоїздів в Україні. Викладено інформацію про створення та експлуатаційні випробування корейського (HRCS2) та українського (ЕК1 «Тарпан») зразків двосистемного міжрегіонального електропоїзда. Наведено результати проведення незалежної оцінки якості організації виробництва міжрегіональних електропоїздів та рейкових автобусів на ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод». На підставі наведених відомостей про відмови електропоїздів EJ675, HRCS2 та ЕК1 «Тарпан» через несправності в процесі їх експлуатації, аналіз основних показників їх роботи дав оцінку надійності даного рухомого складу.

У праці [3] обговорено шляхи вдосконалення та пошук засобів обґрунтування визначення раціональних зон ефективного курсування окремих сучасних пасажирських поїздів різних видів сполучень, систематизовано техніко-економічні показники роботи залізничних пасажирських перевезень, проведений аналіз динаміки вартісних показників та визначення їх впливу на ефективність цих перевезень через визначення причин зниження ефективності пасажирського комплексу залізничного транспорту (ПКЗТ) України.

За результатом аналізу динаміки вартісних техніко-економічних показників встановлені неефективність залізничних пасажирських перевезень, причини її зниження та наслідки збитковості.

Впровадження раціональних зон ефективного курсування окремих сучасних пасажирських поїздів різних видів сполучень пов'язане з урахуванням аналізу динаміки вартісних техніко-економічних показників роботи залізничних пасажирських перевезень.

Впровадження раціональних зон ефективного курсування окремих сучасних пасажирських поїздів різних видів сполучень за допомогою вартісних техніко-економічних показників надасть змогу побудувати нову класифікацію пасажирських поїздів за новими ознаками.

У статті [4] представлені створені в структурі інтелектуальних транспортних систем сучасні інформаційні комплекси програм аналітико-

ймовірнісної методики, що дозволяють виконувати технологічний розрахунок для планування роботи системи ТО і Р транспорту та проводити оцінку викидів та відходів.

У конспекті лекцій [5] проаналізовано критерії оцінки ефективності транспортного процесу, експлуатаційні якості рухомого складу транспорту та техніко-експлуатаційні показники роботи навантажувально-розвантажувальних машин.

У дисертації [6] запропонований науковий підхід визначення техніко-економічних показників функціонування тягового рухомого складу на основі систематизації та оцінки складових його життєвого циклу у відповідності до умов експлуатації дозволив науково обґрунтувати розробку та виробництво сучасних вітчизняних маневрових тепловозів Відкритим акціонерним товариством Холдингова компанія «Луганськтепловоз».

На мою думку, ця цікава та актуальна тема досліджена недостатньо.

## **1.2 Аналіз особливостей організації швидкісного руху в Україні**

З огляду на географічне розташування основних адміністративних та культурних центрів України найбільш ефективним видом залізничного сполучення є мережа денних швидкісних маршрутів. Першим етапом реалізації концепції денного прискореного залізничного пасажирського сполучення став запуск у постійну експлуатацію поїздів під брендом «Столичний експрес» на маршруті Київ-Харків (2002 рік) та Київ-Дніпропетровськ (2003 рік).

Подальший розвиток денних пасажирських перевезень розглядалося у межах використання сучасних міжрегіональних електропоїздів. Більш детальне опрацювання такої концепції почалося з 2006 року. При цьому, з метою мінімізації витрат на реалізацію такого проекту, розглядалася можливість використання рухомого складу з кузовами, що нахиляються при русі в кривих, що дозволяло істотно (на 20-30%) збільшити дільничні швидкості і тим самим скоротити час перебування пасажирів у дорозі. У цей період розглядалася

можливість організації такого руху на маршрутах «Київ-Дніпропетровськ», «Київ-Харків» та «Київ-Донецьк» з використанням електропоїздів із системою активного нахилу кузова у кривих (X2000 – Bombardier, Pendolino – ALSTOM), а також пасивним нахилом кузова у кривих (Talго series 7, Talго-350). Проте, з низки причин у цей період співпраця між «Укрзалізницею» та закордонними компаніями у цьому напрямі була припинена.

Новий виток активності відбувся у січні 2007 року після того, як Україна спільно з Польщею здобули право проведення заключної частини чемпіонату Європи з футболу Євро-2012. У цей період під час відвідин урядової делегації України Парижа було заявлено про бажання реалізувати проект з постачання в Україну рухомого складу компанії «ALSTOM» (сім поїздів Pendolino) для організації швидкісних перевезень. При цьому з боку цієї компанії було зазначено, що такий проект може бути реалізований під час підписання контракту не пізніше за вересень 2008 року. У результаті було створено робочі групи зі спеціалістів обох країн: перша – за погодженням технічних питань; друга – за погодженням економічних, фінансових та юридичних питань. На жаль, і цього разу подальший розвиток співпраці між «УЗ» та «ALSTOM» у напрямку постачання швидкісних поїздів було зупинено.

У середині 2010 року АТ «УЗ» активізувала роботу щодо вибору партнера для виробництва та постачання двосистемних електропоїздів підвищеної комфортності. Були проведені переговори з рядом потенційних виробників: "Skoda Transportation", ХК "Луганськтепловоз", "Hyundai Rotem", АТ "ПЕСА" та ПАТ "КВСЗ". Вже зараз, більш як через десять років, ми знаємо, що переговори українських чиновників з компанією «Hyundai Rotem» розпочалися ще 2009 року, як на рівні керівників Міністерства транспорту та зв'язку України, так і «Укрзалізниці».

У той же період активно обговорювалося питання постачання двосистемних електропоїздів компанією ПАТ «КВСЗ» спільно з PESA. Характерною особливістю цього періоду є те, що «УЗ» та Міністерство інфраструктури України виявили максимальну активність у питаннях співпраці

з компанією «Hyundai Rotem», практично ігноруючи пропозиції інших закордонних постачальників, не говорячи вже про вітчизняні підприємства.

Зважаючи на те, що Укрзалізниця була націлена на організацію швидкісних перевезень у період проведення ЄВРО-2012 саме з використанням двосистемних електропоїздів, на ПАТ «КВСЗ» наприкінці 2010 року розпочали активні роботи зі створення вітчизняного двосистемного електропоїзда підвищеної комфортності. У вересні-жовтні 2010 року ПАТ «КВСЗ» – головне українське підприємство з виробництва пасажирських вагонів та вагонів метро, запропонувало «Укрзалізниці» свій проект двосистемного міжрегіонального електропоїзда, при цьому дало гарантії постачання 6 електропоїздів до 1 червня 2012 року, що було аналогічно варіанту, запропонованому корейською стороною. З метою мінімізації витрат та кінцевої вартості електропоїзда було запропоновано концепцію поїзда з двома головними приводними вагонами та сімома проміжними причіпними вагонами (за аналогією з поїздами TGV компанії ALSTOM, Talgo, які позитивно зарекомендували себе у тривалій експлуатації на залізницях Європи).

Таким чином, станом на кінець 2010 року було як мінімум три компанії, які пропонують здійснити постачання необхідних Україні міжрегіональних електропоїздів. 03.12.2010 відбулася доленосна для України нарада у Кабінеті Міністрів України щодо створення міжрегіонального двосистемного електропоїзда для вітчизняного оператора залізничних перевезень. Під час засідання Кабінету Міністрів розглядався варіант придбання електропоїздів у корейської компанії або вітчизняного виробника – Крюківського вагонобудівного заводу. Прем'єр-міністр України Азаров М.Я., незважаючи на гарантії ПАТ «КВСЗ» щодо виготовлення необхідної кількості поїздів до ЄВРО-2012, ухвалив рішення про закупівлю 10 корейських електропоїздів, при цьому дав згоду на виготовлення 2-х вітчизняних електропоїздів Крюківським вагонобудівним заводом з подальшим їх придбанням «Укрзалізницею».

Необхідно зазначити, що в номенклатурі електропоїздів, що випускаються корейською компанією, на момент підписання контракту на

поставку поїздів в Україну були відсутні міжрегіональні електропоїзди, які відповідали б українським технічним вимогам та кліматичним умовам експлуатації. Базовою ж конструкцією для створення міжрегіонального електропоїзда для України став поїзд регіонального типу, який раніше постачався компанією Hyundai Rotem до Ірландії і не був адаптований до умов експлуатації в Україні, ні за технічними параметрами, ні за габаритами побудови кузовів.

Рівень запропонованої ціни за корейський електропоїзд становив 24 млн євро. Керівництво українських залізниць вважало таку вартість прийнятною, проте, в порівнянні з вартістю (станом на кінець 2010 року) сучасних високошвидкісних електропоїздів у 10-вагонному виконанні вартість міжрегіональних електропоїздів Hyundai Rotem для українського ринку з максимальною експлуатаційною швидкістю тільки /год виглядала явно завищеною:

- "Сапсан" - 250 км/год, Siemens - Росія (34,1 млн. євро);
- CHR1 "Regina" - 250 км/год, Bombardier - Китай (28,4 млн. євро);
- CHR2 "E2-1000" - 275 км/год, Kawasaki - Китай (20,8 млн. євро);
- Changchun "Velaro C" - 400 км/год, Siemens - Китай (28,3 млн. євро);
- ZEFIRO-380 – 380 км/год, Bombardier (28,4 млн. євро).



Рисунок 1.1 - Двосистемний електропоїзд ЕКР1 «Тарпан»

При цьому вартість міжрегіонального двосистемного електропоїзда ЕКр1 Тарпан у 9-ти вагонному виконанні на момент його продажу у 2014 році становила 10,84 млн. євро.

На особливу увагу заслуговує історія формування нормативної бази для створення швидкісних електропоїздів в Україні. Цікавий той факт, що в ході переговорів з Укрзалізницею про можливе постачання електропоїздів компанія Hyundai Rotem наполягала на тому, що поїзд має бути розроблений на основі нормативної документації, що діє в Кореї, Японії та США, а також відповідати стандартам міжнародного союзу залізниць (UIC), які в Україні не були визнані. Така вимога йшла у розріз із чинним законодавством України у галузі стандартизації та метрології.

В Україні електропоїзд до введення його в експлуатацію з пасажирами в обов'язковому порядку має бути підданий комплексу попередніх та сертифікаційних випробувань акредитованими в галузі залізничного транспорту центрами на відповідність нормам Закону України «Про залізничний транспорт», який встановлює вимоги до безпеки руху, охорони праці, екологічної безпеки та сертифікації продукції. У цьому випадку бажання корейської сторони про проведення випробувань відповідно до норм UIC прямо суперечило чинному законодавству. Ситуація, що склалася, і жорсткі терміни вимагали від корейської сторони і «УЗ» порушення діючих процедур щодо постановки продукції на виробництво.

Під час розроблення та постановки продукції на виробництво в Україні діє ДСТУ ГОСТ 15.902 «Залізничний рухомий склад. Порядок розробки та постановки на виробництво». Випробування електропоїздів HRCS2 компанії Hyundai Rotem на території Кореї проводилися в грудні 2011 – січні 2012 року та на території України з 16 березня по 11 травня 2012 року. Введення в експлуатацію шести складів відбулося 27.05.2012 після проведення Міжвідомчої комісії з приймання результатів виконаних у Кореї та Україні випробувань. Враховуючи досить велику кількість конструктивних недоліків та

відмов, виявлених під час проведення приймальних випробувань, налагодження та обкатки корейських електропоїздів комісією МВК було надано дозвіл на тимчасову їх експлуатацію з пасажирами до 01.09.2012 року.

Аналіз невідповідностей та відмов, які були відображені у «Протоколі МВК», а також встановлений комісією мінімальний термін експлуатації електропоїздів з пасажирами лише протягом 3 місяців, дозволяють нам зробити висновки про те, що це рішення було прийнято переважно з політичних мотивів, а не виходячи з технічного рівня електропоїздів HRCS2. Чотири потяги, що залишилися, були доставлені замовнику протягом липня - серпня 2012 року.

30 серпня 2012 року відбулося повторне засідання МВК з корейських електропоїздів з урахуванням того, що у початковий період їх експлуатації була велика кількість зауважень та відмов. Комісія вирішила продовжити дослідну експлуатацію 10 електропоїздів до 30.03.2013 року.

21 грудня 2012 року проведено позачергове засідання МВК через критичну кількість зауважень, яке збільшилося з настанням зимового періоду експлуатації. В результаті вироблено заходи для оперативного усунення невідповідностей, які загрожували зупинкою експлуатації поїздів. В результаті ухвалено рішення про продовження дослідної експлуатації до кінця 2013 року із проведення чергового (четвертого) засідання МВК до 20.05.2013 року.

6 серпня 2013 року відбулося четверте засідання МВК, яке в результаті ухвалило рішення: «З огляду на те, що електропоїзди компанії «Hyundai Rotem» повною мірою забезпечують перевезення пасажирів і компанія в основному виконує зобов'язання щодо проведення модернізацій та усунення недоліків, продовжити постійну експлуатацію електропоїздів HR 001-010». Таким чином, за підсумками чотирьох засідань МВК протягом 15 місяців початкової експлуатації було отримано дозвіл на експлуатацію 10 корейських електропоїздів, без права виготовлення додаткових.

Щоб прокоментувати етапи створення та випробування вітчизняного міжрегіонального електропоїзда «Гарпан», необхідно звернути увагу на те, що

чотири моделі міжрегіональних пасажирських вагонів локомотивної тяги (вагон 1 класу – 64 місця, вагон 2 класу – 94, вагон 3 класу – 112 та вагон 2 класу з баром та можливістю перевезення пасажирів в інвалідних візках – 45 місць), на постачання яких було у 2010 році укладено договір з Південною залізницею в рамках дев'ятивагонного поїзда МПЛТ, конструктивно є аналогами проміжних вагонів міжрегіонального електропоїзда «Тарпан» за винятком особливостей системи їх. Зазначені моделі вагонів були у повному обсязі випробувані у період з травня по грудень 2011 року та після проведення двох засідань МВК 26-27 грудня 2011 року та 23-24 січня 2012 року, за два місяці до появи на залізницях України міжрегіональних корейських електропоїздів, запроваджено у постійну експлуатацію на маршруті Київ-Харків. Таким чином до квітня 2012 року було проведено випробування всіх проміжних вагонів електропоїзда «Тарпан». Це дало змогу надалі поширити практично всі результати випробувань вагонів МПЛТ на проміжні вагони міжрегіонального електропоїзда.

На момент остаточного виготовлення дослідного електропоїзда «Тарпан» у березні 2012 року значну частину його випробувань було вже проведено. Ця дата збіглася з прибуттям в Україну перших двох корейських електропоїздів та початком проведення їх прискорених випробувань, оскільки до введення в експлуатацію залишалось не більше двох місяців. У цей період керівництво «Укрзалізниці» в особі генеральних директорів Володимира Козака, а потім із січня 2013 року Сергія Балаболіна настійно «рекомендувало» ПАТ «КВСЗ» призупинити проведення випробувань свого електропоїзда, бо, на їхню думку, всі основні сили галузевої науки та випробувальні полігони були залучено до проведення випробувань корейських електропоїздів. Тим не менш, ПАТ «КВСЗ» знайшло варіанти проведення повного циклу випробувань електропоїзда, при цьому вперше вдалося організувати їх як у денний, так і нічний час. Незважаючи на організаційні труднощі, повний цикл випробувань електропоїзда було завершено в листопаді 2012 року.

У керівництва «Укрзалізниці» та новоствореної Української залізничної швидкісної компанії (УЗШК) було дуже багато проблем із корейськими поїздами, особливо з початком зимового періоду їх експлуатації, тому засідання МВК з приймання електропоїзда «Тарпан» відбулося лише 31 січня 2013 року. В результаті було прийнято рішення про формування заходів щодо вдосконалення конструкції електропоїзда, присвоєння конструкторської документації статусу дослідної партії та проведення повторного засідання МВК до 30.03.2013 року.

Повторне засідання МВК було проведено 5 квітня 2013 року. Комісія констатувала, що заходи щодо вдосконалення електропоїзда виконані у повному обсязі та дала дозвіл на експлуатацію з пасажирами електропоїздів ЕКр1 №001 та 002, а також право ПАТ «КВСЗ» на виготовлення дослідної партії електропоїздів «Тарпан» у кількості 10 одиниць. Проте, вказане рішення МВК не призвело до початку експлуатації електропоїздів «Тарпан». З боку керівництва «Укрзалізниці» та Міністерства інфраструктури України робилося все можливе для того, щоб потяги якнайдовше залишалися на заводі. Водночас на найвищому рівні, аж до Президента України В.Януковича та Прем'єр-міністра М.Азарова декларувалася підтримка вітчизняного машинобудування, але рішень щодо закупівлі поїздів не було. Мабуть, на тлі резонансних проблем з корейськими поїздами ці керівники і політики не мали бажання виводити на ринок техніку, яка могла скласти гідну конкуренцію «Hyundai Rotem».

Лише зміна існуючої влади в Україні у 2014 році та заміна керівництва «Укрзалізниці» розблокували питання постачання на залізниці України електропоїздів «Тарпан», які були введені в експлуатацію у червні-липні 2014 року. ПАТ «КВСЗ» при створенні двосистемного міжрегіонального електропоїзда «Тарпан», з метою подальшого розвитку та вдосконалення такого виду рухомого складу, за погодженням з «Укрзалізницею» розширило рамки технічного завдання та спроектувало електропоїзд ЕКр1 з можливістю його комерційної експлуатації на швидкостях до 200 км/год.

Особливість України полягає в тому, що, на відміну від багатьох держав, які мають швидкісний залізничний транспорт, в нашій країні практично одночасно були введені в експлуатацію електропоїзди трьох виробників – корейської компанії «Hyundai Rotem», чеської компанії «SKODA» та вітчизняного виробника «Крюківський вагонобудівний завод». Особливість цього проекту полягала в тому, що електропоїзди мали створити безпосередньо для українського ринку. Вони мають бути двосистемними з максимальною адаптацією для українських умов експлуатації з урахуванням особливостей залізничної інфраструктури України.

Перші 5 років експлуатації електропоїздів дозволили зробити певні висновки про переваги того, чи іншого електропоїзда з точки зору його надійності та ремонтпридатності в експлуатації, оскільки весь придбаний рухомий склад до цього часу пробіг не менше 1 млн км і був підданий різним видам регламентних ремонтів. Спільно з УЗШК та виробниками рухомого складу була реалізована унікальна можливість виконати експертну оцінку надійності високотехнологічної залізничної продукції, яка досить тривалий час експлуатується в однакових умовах залізничної інфраструктури України.

Перші місяці експлуатації корейських електропоїздів показали, що вони мають низку конструктивних недоліків, які були виявлені під час експлуатації. Аналіз виходу з ладу обладнання показував, що окремі системи та вузли вимагають суттєвого доопрацювання з метою забезпечення надійності, безпеки та комфортності для пасажирів. З метою оцінки рівня надійності електропоїздів HRCS2 керівництво «УЗ» прийняло рішення про проведення спеціалістами «Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту» (ДНУЖТ) досліджень з аналізу основних показників роботи та надійності електропоїздів HRCS2, в ході яких було виконано роботу «Дослідження та визначення основних показників роботи та надійності електропоїздів HRCS2 з пробігом до 500 000 км».

В результаті було встановлено, що значення середнього напрацювання на відмову електропоїзда HRCS2 не відповідають вимогам технічного завдання.

Серед систем електропоїзда найнижчий рівень надійності мають гальмівна система; система керування пантографом; система опалення та кондиціонування кабіни машиніста; система очищення лобового скла кабіни машиніста; система водопостачання вагонів.

Щодо двосистемних двоповерхових міжрегіональних електропоїздів EJ675 виробництва чеської компанії «SKODA», то вони також були введені в експлуатацію на залізницях України у травні 2012 року. В експлуатації ці електропоїзди обслуговували маршрути, що проходили територією Південної, Донецької та Придніпровської залізниць. Залежно від зміни пасажиропотоків кількість маршрутів та їх напрями змінювалися, у зв'язку з цим умови експлуатації електропоїздів були стабільними.

З метою оцінки рівня надійності електропоїздів EJ675 керівництво «УЗ» прийняло рішення про проведення фахівцями ДНУЗТ досліджень з аналізу основних показників роботи та надійності електропоїздів EJ675, в ході яких була виконана робота «Дослідження та визначення основних показників роботи та надійності електропоїздів EJ675 500 000 км». В результаті виконаного дослідження було зазначено, що тяговий електродвигун, головний вимикач, інвертор додаткового приводу, блок кондиціонування, агрегат компресора за своєю надійністю не відповідають встановленим вимогам.

Щодо електропоїздів ЕКр1 «Тарпан», то вони були введені в експлуатацію у червні-липні 2014 року із зазначених вище причин. Та обставина, що фахівці ПАТ «КВСЗ» створили свій електропоїзд на базі глибокого вивчення нормативної документації, що діє в Україні, багаторічного досвіду з виробництва та експлуатації різного залізничного рухомого складу, а також те, що в ході тривалих випробувань дослідного зразка було приділено пильну увагу найбільше відповідальним вузлам та деталям, рівень його надійності відповідає вимогам технічного завдання та нормативної документації.

Найбільш проблемним питанням у початковий період їхньої експлуатації стала надійність електричного обладнання, що забезпечує автоматичний

перехід з одного роду струму на інший, проте цю проблему вдалося успішно вирішити. Було оптимізовано параметри системи рекуперації енергії у перехідних електродинамічних процесах, що дозволило підвищити ефективність гальмування та мінімізувати навантаження на гальмівні резистори. Відповідно до рішення МВК щодо приймання українських електропоїздів, ПАТ «КВСЗ» уклало договір з Науково-дослідним конструкторсько-технологічним інститутом «УЗ» (НІКТІ УЗ) про проведення експлуатаційних випробувань на надійність при пробігу не менше 500 000 км. В результаті, на основі показників їх експлуатації, а також розрахунків коефіцієнтів готовності та технічного використання електропоїздів ні позитивні висновки про їхню надійність.

Сьогодні часто з боку керівників «УЗ» різного рівня звучать звинувачення на адресу ПАТ «КВСЗ» про низьку якість міжрегіональних електропоїздів «Тарпан», хоча питомі показники говорять про інше. Зокрема, статистика зафіксованих зауважень щодо 2019 року на один електропоїзд у приведенні на 1000 км пробігу така:

- на ЕКр1 «Тарпан» (ПАТ «КВСЗ») зафіксовано 1,6 зауважень;
- на HRCS2 ("Hyundai Rotem") - 2,14;
- на EJ 675 («Skoda») – 2,25 (станом на 2018 рік).

Як видно, на електропоїздах «Тарпан» кількість зауважень на 25% менша за HRCS2 і на 29% від EJ 675.

При цьому слід зазначити, що через конструктивні особливості систем електропоїздів «Тарпан» вони експлуатуються на найбільш складних з погляду впливу інфраструктури маршрутах у напрямку Запоріжжя та Одеси (значна кількість кривих та постійні суттєві коливання напруги тягової мережі відповідно).

На жаль, два електропоїзди EJ 675 в даний час перебувають у несправному стані та усунені від експлуатації з 10.12.2018 року перший та з 04.01.2019 року другий. Основною причиною припинення експлуатації двох

електропоїздів EJ 675 стала відсутність належної організації сервісного обслуговування.

### 1.3 ЕКр1 Тарпан

ЕКр1 Тарпан (Електропоїзд Крюківський перший) — міжрегіональний швидкісний двосистемний електропоїзд, створений на Крюківському вагонобудівному заводі (м. Кременчук, Полтавська область, Україна) в 2011–2012 роках [10].

Понад 180 підприємств України плюс партнери з СНД і решти світу постачають вузли та комплектуючі для національних електропоїздів. Локалізація виробництва в Україні становить 70 відсотків, створено понад 5000 нових робочих місць. У проекті взяли участь науково-дослідні інститути, державні установи. Робота колективу вагонобудівників і всіх їхніх партнерів заслуговує уваги, підтримки і визнання.

Поїзд номер 001 пройшов за час випробувань близько 60 тисяч кілометрів, поїзд номер 002 – близько 6 тисяч. Вони довели свою надійність, працездатність, відповідність інфраструктурі українських залізниць і готові перевозити пасажирів. Саме це і підтвердило рішення міжвідомчої комісії.

Фахівці Укрзалізниці за наказом першого заступника генерального директора Миколи Сергієнка розробили маршрути руху максимально наближені до розкладу поїздів Інтерсіті+. Було забезпечено рух поїзда по Львівській, Одеській, Придніпровській, Південно-Західній, Південній та Донецькій залізницях.

Під час випробувань поїзд неодноразово здійснював обкатку на маршрутах:

- Київ – Львів;
- Київ — Дніпро;
- Київ — Харків;
- Київ — Дніпро — Запоріжжя — Сімферополь;
- Київ — Донецьк;

- Полтава — Кременчук;
- Сімферополь — Кременчук.

24 червня 2014 року розпочалася експлуатація поїздів серії ЕКр1. У перший рейс електропоїзд під № 743 вирушив 24 червня 2014 року за маршрутом Дарниця — Київ-Пасажирський — Львів, а з 1 липня 2014 року обидва поїзди курсували у сполученні Київ — Одеса — Київ. У цілому поїзд ЕКр-1 експлуатуватиметься на всіх маршрутах обслуговування поїздів Інтерсіті+.

З 12 грудня 2014 року по 15 червня 2015 року курсував за новим маршрутом Київ — Кривий Ріг.

Експлуатує поїзди Українська залізнична швидкісна компанія. Згідно з договором, термін сервісного обслуговування поїздів — 1 рік, гарантійного — 2 роки.

Поїзд складається з 7 причіпних і 2 головних моторних вагонів. Особливість полягає в тому, що головні вагони являють собою, по суті, електровози, в них передбачене пасажирське відділення. Кузови вагонів виготовлені з нержавіючої сталі. Конструкція вагонів поїзда в повному обсязі відповідає вимогам санітарних норм по ергономіці, мікроклімату, освітленості, шуму і вібрацій, а також вимогам безпеки на всі оздоблювальні та облицювальні матеріали. Інтер'єри салонів, які мають сучасний дизайн виконані з пластикових і металевих панелей з використанням зносостійких, екологічно чистих, важкогорючих матеріалів. При необхідності вони легко демонтуються і дають доступ до систем життєзабезпечення вагонів в період експлуатації.

Технічні характеристики:

- ✓ Рід струму — змінний 25 кВ 50 Гц, постійний 3кВ;
- ✓ Ширина колії — 1520 мм;
- ✓ Конструкційна швидкість — 200 км/год (в залежності від модифікації);
- ✓ Загальна довжина 9ти-вагонного електропоїзда: 230,0 м;

- ✓ Довжина проміжного вагона: 26,696 м;
- ✓ Ширина: 3,420 м;
- ✓ База вагона: 19,0 м;
- ✓ Висота вагона: 4,4 м;
- ✓ Матеріал обшивки кузова: нержавіюча сталь;
- ✓ Тип тягового двигуна: асинхронний;
- ✓ Термін служби вагонів: 50 років;
- ✓ Кількість місць для сидіння: 612;
- ✓ Місць першого класу: 128;
- ✓ Місць другого класу: 370;
- ✓ Місць третього класу: 112;
- ✓ Місць для пасажирів в інвалідних візках: 2;
- ✓ Максимальне статичне навантаження від колісної пари на рейку,  
Tc: 18;
- ✓ Максимальний термін проходження до першої екіпіровки, год: 24.

## РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Пасажи́рський транспорт має велике соціально-економічне значення, оскільки відіграє важливу роль у життєзабезпеченні кожного суспільства. Пасажи́рські перевезення виконують багато видів транспорту: залізничний, автомобільний, повітряний, морський, річковий, самохідний. Оптимальний радіус дії кожного з них залежить від багатьох чинників.

Пасажи́ри, виходячи зі своїх міркувань, по-різному оцінюють переваги та недоліки того чи іншого виду транспорту. Насамперед це стосується його безпеки, надійності, регулярності, вартості проїзду, умов пересування (зручності, комфорту), швидкості та витрат часу на доставку до місця призначення. Конкуренція на ринку транспортних послуг змушує постійно удосконалювати транспортні засоби.

Залізниці для багатьох країн світу стали основним видом транспорту, для якого характерні такі переваги:

- безпека та надійність руху;
- найбільша провізна здатність;
- висока рентабельність;
- найшвидша доставка пасажирів на відстань до 700 км;
- мінімальна шкода для екології;
- кращі умови для повної автоматизації;
- здатність використовувати будь-які види енергії (у тому числі і термоядерну), так як тяга поїздів автономна;
- широкий діапазон комфорту тощо.

У майбутньому значення залізничного транспорту зростатиме. Зазначені переваги залізниць, а також масовість і стабільність перевезень ними роблять їх базою для координації та взаємодії всіх видів транспорту, для оптимізації всіх складових перевізного процесу. З цією метою розробляють узгоджені розклади руху поїздів, автомобілів, літаків, відповідний режим роботи міського

транспорту тощо з метою забезпечення мінімальних втрат часу пасажирів та створює їм найбільші зручності при поїздках та пересадках.

Рівень розвитку та стан пасажирського залізничного транспорту характеризують добробут населення, досягнення наукових, технічних та інших характеристик та вимог.

У перспективі передбачається використання залізниць як засіб транспортного забезпечення світової системи господарювання. Йдеться про створення єдиної планетарної залізничної системи на базі трансконтинентальних та міжконтинентальних залізничних ліній, що пронизують Європу, Північну та Південну Америку, Азію, Африку та Австралію.

На сучасному етапі розвитку нашої країни головним завданням залізничних пасажирських перевезень є зниження їхньої збитковості за рахунок підвищення продуктивності праці та зниження собівартості з урахуванням покращення організації та функціонування всіх підрозділів за умови збільшення доходів залізниць. Це зниження їх збитковості має забезпечити більшому числу пасажирів можливість користуватися залізничним транспортом при достатній якості перевезень.

Необхідно найкраще використовувати рухомий склад при безумовному забезпеченні безпеки руху поїздів та особистої безпеки пасажирів і працівників транспорту. Основні напрямки у вирішенні цих завдань на залізничному транспорті наступні:

- ✓ збільшення швидкості руху;
- ✓ скорочення стоянок поїздів для технічних потреб, навантаження та вивантаження багажу, посадки та висадки пасажирів;
- ✓ розширення числа безпересадкових сполучень, узгодження руху поїздів та інших видів транспорту в пунктах причіпки вагонів та пересадження пасажирів і, як результат, скорочення часу проїзду;
- ✓ покращення обслуговування пасажирів на вокзалах та в поїздах (мінімальна витрата часу на придбання проїзних документів,

отримання довідок, можливість придбання постільної білизни, газет, їжі тощо);

- ✓ найкраще використання рухомого складу (пасажирських локомотивів та вагонів), станційних та вокзальних пристроїв, що досягається складанням раціональних графіків обороту складів у пунктах припису та обороту, скороченням стоянок поїздів у дорозі, розробкою ефективного технологічного процесу роботи станції та вокзалу;
- ✓ правильне поєднання пасажирського та вантажного руху (наявність у графіку пасажирських поїздів не повинно порушувати рівномірності прокладки вантажних, особливо на лініях, де вантажні перевезення переважають);
- ✓ спеціалізація паралельних ліній переважно для пасажирських або вантажних перевезень при раціональному співвідношенні швидкостей обох видів руху;
- ✓ правильний вибір типів локомотивів;
- ✓ організація пасажирських перевезень на спеціалізованих високошвидкісних магістралях;
- ✓ координація всіх видів транспорту для найбільшої узгодженості в їх роботі;
- ✓ організація змішаних залізничних, річкових, морських, автомобільних та повітряних перевезень;
- ✓ економічність перевезень, зниження їх собівартості та підвищення продуктивності праці працівників, пов'язаних з перевезеннями пасажирів;
- ✓ постійне вдосконалення технічних засобів і технологій робіт усіх ланок процесу пасажирських перевезень.

Розрізняють наступні види сполучень при перевезенні пасажирів:

- прямі — в межах двох і більш залізниць;
- місцеві — між станціями однієї залізниці;

- приміські — у межах приміських ділянок, що примикають до великих населених пунктів.

Залежно від дальності прямування пасажирські поїзди діляться на три категорії: дальні, що йдуть на відстань понад 700 км, місцеві — відстань обігу від 150 до 700 км і приміські — до 150 км і з дозволу начальника залізниці до 200 км.

Залежно від швидкості руху та комфорту в поїзді далекі та місцеві поїзди поділяють на швидкі (включаючи швидкісні) та пасажирські. Швидкі поїзди мають найбільш високу маршрутну швидкість з меншою кількістю зупинок і меншою їх тривалістю. Їх формують з найбільш комфортабельних вагонів, що забезпечують найбільші зручності для пасажирів. Швидкі поїзди призначають на основних магістралях між великими містами.

Пасажирські поїзди обертаються між великими населеними пунктами. Вони обслуговують пасажиропотоки, не охоплені швидкими поїздами, і мають меншу маршрутну швидкість через більшу кількість зупинок і дещо меншу дільничну швидкість. На тих ділянках, де немає приміського руху, пасажирські поїзди зупиняються не тільки на великих технічних, а також на проміжних станціях.

До поїздів далекого та місцевого сполучення входять фірмові поїзди, які мають не тільки номер, а й назву, що відрізняються високою комфортабельністю та культурою обслуговування («Столичний експрес», «Кобзар» тощо).

Незначні, але стійкі потоки пасажирів обслуговуються окремими вагонами або групами вагонів прямого безпересадкового сполучення. З станції відправлення до пункту призначення вони слідуєть з різними поїздами, розклади яких узгоджені на вузлових пунктах перечеплення вагонів. На напрямках, де значні перевезення багажу та пошти, призначають спеціальні поштово-багажні поїзди. У них включаються і пасажирські вагони. На лініях з невеликим обсягом перевезень курсують вантажопасажирські поїзди, сформовані з вагонів для пасажирів та вантажів.

Зростання ділових і культурних зв'язків із зарубіжними країнами зумовило розвиток безпересадкових міжнародних повідомлень. Їх обслуговують поїзди та вагони міжнародного сполучення. Пряме безпересадкове сполучення здійснюється з багатьма країнами Європи.

Кожен пасажирський поїзд формують з конкретного числа вагонів певного типу. Число вагонів у складах пасажирських поїздів різних категорій різне, як правило, воно коливається або 15 до 22 і залежить від пасажиропотоку, категорії поїзда та довжини пасажирських платформ. Конкретне розташування вагонів у складі називається схемою, або композицією, під якою розуміється кількість вагонів різного роду (м'яких, місцевих, купейних, плацкартних тощо) та порядок їх розміщення у складі поїзда.

Композиції складів поїзда можна побачити у книжках службового розпису руху пасажирських поїздів. Для поїздів однакових категорій доцільно застосування уніфікованої схеми, що забезпечує взаємозамінність поїздів. У цьому випадку вагони у складах розташовується від груп за типами, починаючи з голови поїзда, в наступному порядку (чисельник - номер з голови, знаменник - з хвоста):

1 - 8/17 - 10 - некупейні із загальними плацкартними місцями; 9/9 - вагон з купе-буфетом або вагон-ресторан;

10/8 - купейний з поїзним радіовузлом; 11/7 - спальний вагон (СВ);

12 - 17/6 - 1 - купейні.

Схеми фірмових поїздів відрізняються від уніфікованої. Пасажирський поїзд порівняно зі швидким містить меншу кількість купейних і більше — некупейних вагонів із загальними плацкартними місцями та вагонів із місцями для сидіння. У такому поїзді багато пасажирів їдуть не протягом усього його прямування, а входять і виходять на станціях, розташованих по дорозі, тому кількість вагонів зі спальними місцями може бути скорочена. Для коротких відстаней із тривалістю поїздки 6...8 год (за умови прокладання поїздів у

денний час) можуть застосовуватися склади з вагонів для сидіння (так звана «самольотка»).

Електропоїзд ЕКР-1 Тарпан переважно використовують для приміських або місцевих перевезень. Спробую більш детально про них розповісти.

Планувати пасажирські перевезення значно складніше, ніж вантажні, оскільки розміри та напрямки пасажиропотоків залежать значною мірою від психологічних факторів та потреб населення в переміщенні. Планування далеких і місцевих пасажирських перевезень ґрунтується на наступних факторах:

- ❖ розвиток економіки різних районів;
- ❖ рівень доходів та матеріального добробуту населення;
- ❖ щільність, рухливість та культурний рівень населення;
- ❖ рівень розвитку міст та курортів;
- ❖ технічна озброєність транспорту;
- ❖ спорудження нових та реконструкція існуючих залізничних ліній;
- ❖ рівень розвитку інших видів транспорту.

У сучасних умовах важливе значення має співвідношення тарифів, тривалість поїздки та перелік послуг (швидкість, сервіс і вартість), що надаються залізничним транспортом та його основними конкурентами: повітряним та автомобільним транспортом.

Необхідні дані для визначення обсягів майбутніх пасажирських перевезень отримують на підставі результатів спеціального техніко-економічного обстеження, яке виявляє райони тяжіння населення до залізничної лінії, значення їх у промисловій, сільськогосподарській, культурній, курортно-лікувальній та інших сферах діяльності, особливості та перспективи розвитку різних галузей економіки, взаємини сусідніх держав. Ці відомості доповнюються заявками міських і районних адміністрацій, місцевих організацій, центральних органів, статистичними даними про пасажирські перевезення в попередній період і обстеженням населеності поїздів.

На основі даних про пасажиропотоки встановлюють: напрями злиття та ділянки обігу далеких та місцевих поїздів, розміри руху поїздів різних категорій, показники пасажирського руху; потреба в рухомому складі для далеких і місцевих перевезень і резерв його, потреба в поїзних бригадах і в матеріальному забезпеченні перевезень.

Кореспонденція пасажиропотоків між окремими пунктами дозволяє визначити ділянки обігу пасажирських поїздів, а розміри пасажиропотоків — розміри руху. При цьому передбачають обслуговування основного потоку пасажирів безпересадковими сполученнями та прагнуть забезпечити раціональне використання рухомого складу, враховуючи технічну озброєність станцій, тобто можливість їх використання для приписки, формування та обороту поїздів, значення промислових, адміністративно-господарських, курортних та інших пунктів, розміри вантажного руху та інші фактори.

Весь цей комплекс умов вивчають при розробці плану формування пасажирських поїздів, яким визначаються по кожному напрямку пункти формування та навчання поїздів усіх категорій.

Оскільки мережа залізниць може включати кілька паралельних одно- і двоколійних ліній, що з'єднують різні райони країни, вирішують завдання раціонального розподілу вантажних і пасажирських потоків на паралельних лініях. Основний принцип вирішення цієї задачі полягає в тому, що в залежності від призначення вантажні та пасажирські потоки поділяють на розподілені та нерозподілені.

Велике значення в останні роки надається підвищенню швидкості руху пасажирських поїздів. У перспективі передбачається реконструкція низки інших основних ліній залізниць України з метою підвищення швидкостей та забезпечення безпеки руху, в тому числі, пасажирських поїздів.

Оборот поїздів у пасажирському русі складається з тих же елементів, що й у вантажному, але час знаходження в пунктах обороту залежить більшою мірою від відстані та періодичності обігу поїздів. Оборот складів поїздів складається з часу в дорозі від початкової до кінцевої станції та зворотно, а

також простою в пунктах формування (приписки)  $t_c^{np}$ , і обороту  $t_c^{об}$ . Час у дорозі залежить від відстані прямування поїзда  $L$  та його маршрутної швидкості при прямуванні від початкової станції  $v_m'$  і зворотньо  $v_m''$ . Простий у пункті обороту та формування визначається технологічними процесами робіт станції та розкладом руху. Обороти складів розраховують за формулою:

$$\theta = \frac{1}{24} \left( \frac{L}{v_M'} + \frac{L}{v_M''} + t_c^{np} + t_c^{об} \right) \quad (2.1)$$

Результат треба заокруглювати з більшого боку до цілої доби. Щоб визначити потребу у поїздах одного призначення, слід розділити час обороту потягу на інтервал між відправленням поїздів. Наприклад, якщо час обороту 96 годин, то для щоденного відправлення одного поїзда (інтервал 24 год) потрібно  $96:24 = 4$  склади. Якщо поїзди цього призначення відправлятимуть 1 раз на дві доби (з інтервалом 48 год), необхідні  $96:48 = 2$  поїзди.

Резерви прискорення обороту складів — підвищення маршрутної швидкості прямування в першу чергу внаслідок збільшення ходової швидкості, скорочення тривалості та ліквідації зайвих стоянок; зменшення часу на ремонт, проведення екіпірування та інші операції в пунктах приписки та обороту, а вдосконалення графіка та зниження простоїв рухомого складу в очікуванні відправлення за розкладом. Коли розміри пасажиропотоку не вимагають щоденного обігу прямих поїздів або безпересадкових вагонів, встановлюють періодичність їхнього відправлення через день, двічі на тиждень тощо.

Пасажиропотоки, що не обслуговуються прямими поїздами та безпересадочними вагонами, повинні бути забезпечені поїздами, розклади яких також узгоджують у вузлових пунктах. Визначивши розміри пасажиропотоків, що прямують через даний вузол з пересадками на всі напрямки, складають кілька варіантів узгодженого підведення поїздів, підраховують від кожного витрати пасажирогодин очікування та обирають найкращий.

Розклад пасажирських поїздів повинен бути складений так, щоб задовольнити потреби населення в перевезеннях, забезпечити високі швидкості, зручний час прибуття та відправлення пасажирських поїздів, прискорений

оборот локомотивів та складів поїздів, правильне поєднання пасажирського та вантажного рухів, раціональне використання пропускної спроможності станцій та ділянок. Далекі поїзди мають відправлятися з кінцевих станцій, як правило, увечері, а прибувати — вранці. По можливості, треба прагнути уникати проїзду поїздів уночі до великих міст. Місцеві поїзди, що обертаються на відстані 200 ... 400 км, можна прокладати на графіку в різний час, але бажано не вночі.

Порядок розроблення розкладу пасажирських поїздів наступний. Проект нового розкладу складає від у вигляді скороченого графіка. Паркування поїздів показують лише на дільничних станціях, але в часі ходу враховують усі зупинки, в тому числі й орієнтовні, необхідні для схрещення (на одноколійних ділянках) та обгону, якщо це потрібно за даної схеми прокладання поїздів. З кількох варіацій скороченого графіка вибирає найкращий, за яким потім розробляє від докладний графік, в якому вказується час прибуття, відправлення або проходження поїздів по всіх окремих пунктах.

Розклад руху пасажирських поїздів на дорогах видають у вигляді книжок, афіш та таблиць, що вивішуються на вокзалах та великих станціях. Термін дії розкладу далеких та місцевих поїздів не менше 2 років. Це, проте, не виключає його щорічних коригувань, з обов'язковим узгодженням руху поїздів щодо зовнішніх пунктів залізниці.

План формування пасажирських поїздів за кожним напрямком визначає пункти формування та призначення поїздів усіх категорій. Він повинен забезпечувати максимальне охоплення пасажиропотоків безпересадковим сполученням при найефективнішому використанні рухомого складу (локомотивів і вагонів).

Вибір призначень та розрахунок розмірів руху швидких та пасажирських поїздів здійснюють, використовуючи значення прогнозованих пасажиропотоків.

Загальна кількість поїздів за розглядаємих призначенням плану формування розраховують за формулою:

$$N_n = \frac{\beta_{шв} A_{\max}}{a_{сер}^{шв}} + \frac{(1 - \beta_{шв}) A_{\max}}{a_{сер}^{пс}}, \quad (2.2)$$

де  $A_{\max}$  — середньодобовий плановий пасажиропотік максимальних перевезень (визначається за даними статистичної звітності та матеріалів прогнозу пасажиропотоків);  $\beta_{шв}$  - частка пасажиропотоку, що обслуговується швидкими поїздами;  $a_{сер}^{шв}$  та  $a_{сер}^{пс}$  — середня місткість відповідно швидких та пасажирських поїздів.

Місткість складу залежить від категорії пасажирського поїзда, його маси та композиції. Число вагонів у складі визначається довжиною пасажирських платформ.

Вага поїздів швидких і пасажирських поїздів не перевищує 1000 т (16... 20 вагонів). Для швидкісних ділянок ( $V_{\max} = 140...200$  км/год) максимальна маса швидких поїздів становить, як правило, 700...800 т.

Відповідно до кількості вагонів встановлюють композицію складу і визначають його місткість. З урахуванням добової нерівномірності пасажиропотоків середню місткість складу рекомендується приймати рівною 0,90... 0,95 від розрахункової.

Освоєння планових пасажиропотоків прямого та місцевого сполучення може здійснюватися: поїздами щоденного обороту (один і більше поїздів на добу); поїздами періодичного обороту з відправленням за непарними (парними) числами або певними днями тижня; безпересадочними вагонами з перетягкою на шляху прямування.

Для встановлення ефективності призначень пасажирських поїздів рекомендується такі основні положення. Стабільні пасажиропотоки слід максимально охоплювати призначеннями швидких поїздів, які забезпечують найбільші швидкості руху та найвищий комфорт проїзду пасажирів. Для освоєння пасажиропотоків внутрішньодільничного зародження та погашення необхідно на кожній ділянці передбачати не менше однієї пари пасажирських поїздів.

Усі призначення пасажирських поїздів поділяють на дві категорії — безумовні, забезпечені пасажиропотоками на поїзди щоденного обігу і тому вони підлягають включенню в план формування, і умовні, що мають пасажиропотоки на поїзди періодичного обігу.

В якості станції призначення пасажирських поїздів намічаються станції, для яких спад пасажиропотоку перевищує місткість одного складу.

Збільшення дальності пробігу поїздів покращує умови проїзду пасажирів за рахунок підвищення швидкості руху та відсутності пересадок у дорозі. Однак для пасажиропотоків, що зароджуються на попутних станціях, така система збільшує очікування поїздки через погіршення умов її оформлення в поїздах потрібної категорії. Тому попутні пасажирські станції доцільно виявляти як станції формування поїздів за умови, що розмір пасажиропотоку з цих станцій перевищує місткість одного потягу. При цьому необхідно враховувати можливості станцій по підготовці рухомого складу у рейс.

По кожному призначенню розглянутого варіанта плану формування встановлюють категорію та визначають розміри руху пасажирських поїздів.

Варіанти порівнюють за мінімальним парком вагонів і локомотивів і за максимальним середньодобовим пробігом і населеністю поїздів.

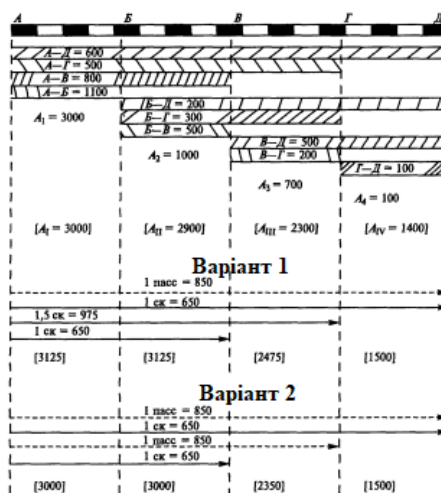


Рисунок 2.1 - Діаграма пасажиропотоків та варіанти плану формування далеких та місцевих пасажирських поїздів (— швидкі поїзди, ---- пасажирські поїзди)

**Приклад.** Визначити розміри руху за варіантами плану формування (рисунок 2.1) та прогнозованим пасажиропотоком при розрахунковій місткості швидких поїздів 720 пас. (18 вагонів), пасажирських - 940 пас. (20 вагонів).

**Розв'язання.** Необхідною умовою є призначення пасажирського поїзда ділянкою А—Д для забезпечення внутрішньодільничних пасажиропотоків.

### Варіант 1.

$$N_{AD}^{nc} = 1.$$

Середня місткість пасажирського поїзда, що складається з 20 вагонів, дорівнює  $a_{сер}^{nc} = 940 \cdot 0,9 = 850$  пас.

$$N_{AD}^{шв} = \frac{A_{IV} - 1 \cdot a_{сер}^{nc}}{a_{сер}^{шв}} = \frac{1400 - 850}{650} = 0,85$$

(призначається один поїзд щоденно);

$$a_{сер}^{шв} = 720 \cdot 0,9 = 650 \text{ пас.};$$

$$N_{AG}^{шв} = \frac{A_{III} - (a_{сер}^{nc} N_{AD}^{nc} + a_{сер}^{шв} N_{AD}^{шв})}{a_{сер}^{шв}} = \frac{2300 - (850 \cdot 1 + 650 \cdot 1)}{650} = 1,23 \approx 1,5$$

(один швидкій поїзд у сполученні А-Г курсує щодня, а інший - через день);

$$N_{AB}^{шв} = \frac{A_I - (a_{сер}^{nc} N_{AD}^{nc} + a_{сер}^{шв} N_{AD}^{шв} + a_{сер}^{шв} N_{AG}^{шв})}{a_{сер}^{шв}} = \frac{3000 - (850 \cdot 1 + 650 \cdot 1 + 650 \cdot 1,5)}{650} = 0,81$$

(призначається один поїзд).

### Варіант 2.

$$N_{AD}^{nc} = 1.$$

$$N_{AD}^{шв} = \frac{A_{IV} - 1 \cdot a_{сер}^{nc}}{a_{сер}^{шв}} = \frac{1400 - 850}{650} = 0,85,$$

(призначається один поїзд щоденно).

$$N_{AG}^{шв} = \frac{A_{III} - (a_{сер}^{nc} N_{AD}^{nc} + a_{сер}^{шв} N_{AD}^{шв})}{a_{сер}^{nc}} = \frac{2300 - (850 \cdot 1 + 650 \cdot 1)}{850} = 0,94.$$

Призначається один поїзд.

На ділянці А—В призначаємо швидкі поїзди:

$$N_{AB}^{шв} = \frac{A_I - (a_{сеп}^{nc} N_{AD}^{nc} + a_{сеп}^{шв} N_{AD}^{шв} + a_{сеп}^{nc} N_{AG}^{nc})}{a_{сеп}^{шв}} = \frac{3000 - (850 \cdot 1 + 650 \cdot 1 + 850 \cdot 1)}{650} = 1.$$

Число місць, що надаються за добу, при розрахункових розмірах руху по ділянках напрямку А-Д на рис. 2.1 вказана в дужках під кожним варіантом плану формування. Зі співставлення варіантів випливає, що другий з них забезпечує краще використання пропозицій місць (по дільницях А- Б, Б - В і В-Г).

Схематичний (скорочений) графік руху розробляють, використовуючи розрахункові розміри руху за кожним призначенням. Його складають виходячи з наступних умов:

- відправлення швидких поїздів з початкового пункту - у вечірній час, прибуття на кінцевий пункт у ранковий;
- відправлення пасажирських поїздів з початкових пунктів з урахуванням їхнього проходження обслуговуваних ділянок з найбільшим пасажиропотоком у денний час;
- підведення поїздів до попутних пасажирських станцій з більшим пасажиропотоком — у ранковий та вечірній час;
- погодження розкладу в пунктах перечіплення вагонів безпересадкового сполучення та розкладу приміських поїздів;
- забезпечення умов для рівномірного прокладання вантажних поїздів.

Поруч із графіком руху будують графік обороту пасажирських поїздів (рисунок 2.2).

Потрібну кількість поїздів за кожним призначенням рахують за формулою:

$$П_c^i = N_n^i \theta_c^i,$$

де  $N_n^i$  — розміри руху за і-м призначенням в парах поїздів за добу ;  $\theta_c^i$  — час обороту швидких та пасажирських поїздів за добу. Звідси можна сказати, що кількість поїздів, що потрібні для обслуговування однієї пари поїздів, дорівнює

кількості діб обороту. Ця потреба може бути зменшена відповідно до групового графіка обороту, за яким рухомий склад поперемінно обслуговує поїзди двох чи більше напрямків.

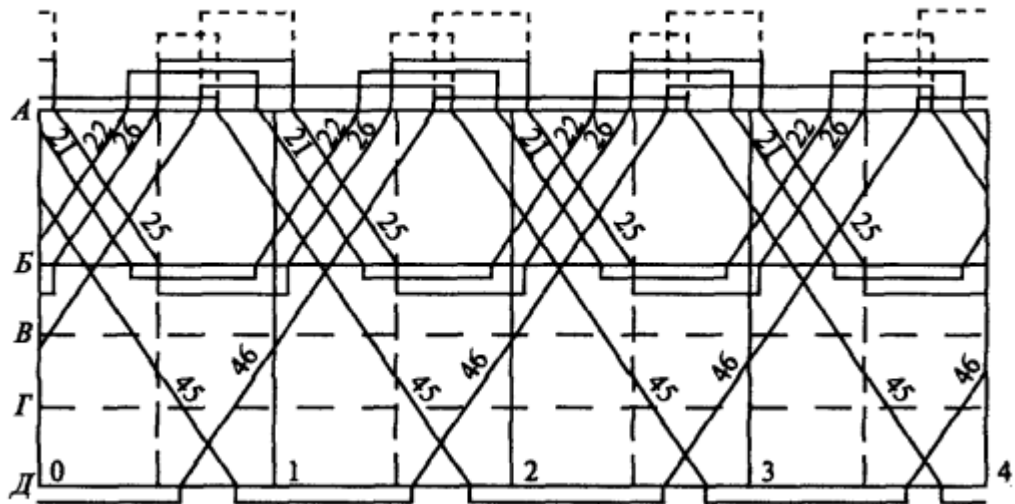


Рисунок 2.2 - Схематичний графік обороту складів у напрямку А—Д

У прикладі, наведеному на рис. 2.2, групова ув'язка поїздів 25/26 і 45/46 (показано штриховими лініями) дозволяє скоротити одну складодобу на станції А.

Побудовою графіка обороту поїздів уточнюють потрібне їх число обслуговування швидких пасажирських поїздів.

Для оцінки обсягу виконаної роботи та якості використання рухомого складу (вагонів та локомотивів) застосовують систему показників за далеким і місцевим пасажирським рухом.

**Кількісні показники.** До них відносяться:

1) кількість перевезених (відправлених) пасажирів (див. рисунок 2.1):

$$\Sigma A_{\text{від}} = 2(A_1 + A_2 + A_3 + A_4); \quad (2.3)$$

2) пасажирообіг, пасажиро-км:

$$\Sigma Al = 2(A_I l_1 + A_{II} l_2 + \dots + A_n l_n), \quad (2.4)$$

де  $A_I, A_{II}, \dots, A_n$  — середня величина пасажиропотоку на ділянках протяжністю відповідно  $l_1, l_2, \dots, l_n$  км.

3) середня дальність поїздки, км:

$$l_o = \frac{\Sigma Al}{\Sigma A_{\text{сiд}}}, \quad (2.5)$$

4) робота рухомого складу, поїздокілометри (швидких і пасажирських поїздів):

$$\Sigma Nl = 2(N_1 l_1 + N_2 l_2 + \dots + N_k l_k), \quad (2.6)$$

де  $N_1, N_2, \dots, N_k$  - число пар поїздів 1,2 і т.д. до  $k$ -го призначення довжиною відповідно  $L_1, L_2, \dots, L_k$ , км.

Вагонокілометри:

$$\Sigma Nl_m = 2(N_1 m_1 l_1 + N_2 m_2 l_2 + \dots + N_k m_k l_k), \quad (2.7)$$

де  $m_1, m_2, \dots, m_k$  — кількість вагонів у поїзді відповідно 1, 2, ...,  $k$ -го призначень;

5) середня густина пасажиропотоків, пас.-км/км:

$$A_r = \Sigma Al / L_H;$$

де  $L_H$  - протяжність напрямку, км;

6) пасажиромісце-кілометри<sup>^</sup>

$$\Sigma Al_{\text{продл}} = 2(a_1 N_1 L_1 + a_2 N_2 L_2 + \dots + a_k N_k L_k), \quad (2.8)$$

де  $a_1, a_2, \dots, a_k$  - розрахункова місткість складу аналізованої категорії відповідно за 1, 2, ...,  $k$ -м призначенням;

7) середня кількість вагонів у поїзді:

$$m = \frac{\Sigma Nl_m}{\Sigma Nl}. \quad (2.9)$$

**Кількісні показники.** До них відносяться:

1) потрібний (експлуатований) парк

- поїздів:

$$\Sigma \Pi_c = N_1 \theta_1 + N_2 \theta_2 + \dots + N_k \theta_k, \quad (2.10)$$

- вагонів:

$$\Sigma m = m_1 \Pi_{c1} + m_2 \Pi_{c2} + \dots + m_k \Pi_{ck}, \quad (2.11)$$

де  $m_1, m_2, \dots, m_k$  - склад поїздів у вагонах по 1, 2, ...,  $k$ -му призначенням;

2) середньодобовий пробіг, км/добу:

складу:

$$S_c = \frac{\Sigma Nl}{\Sigma \Pi_c}, \quad (2.12)$$

вагона:

$$S_g = \frac{\Sigma Nlm}{\Sigma m}, \quad (2.13)$$

3) середня населеність, пас.:

складу:

$$a_c = \frac{\Sigma Al}{\Sigma Nl}, \quad (2.14)$$

вагона:

$$a_g = \frac{\Sigma Al}{\Sigma Nlm}, \quad (2.15)$$

4) коефіцієнт використання місткості складу:

$$p_m = 100 \frac{\Sigma Al}{\Sigma Al_{\text{прдл}}}, \quad (2.16)$$

5) середня маршрутна швидкість, км/год:

швидких:

$$V_m^{\text{шв}} = \frac{\Sigma Nl_{\text{шв}}}{\Sigma NT_m^{\text{шв}}}, \quad (2.17)$$

пасажирських:

$$V_m^n = \frac{\Sigma Nl_n}{\Sigma NT_m^n}, \quad (2.18)$$

всіх поїздів:

$$V_m = \frac{\Sigma Nl_{\text{шв}}}{\Sigma NT_m^{\text{шв}}} + \frac{\Sigma Nl_n}{\Sigma NT_m^n}. \quad (2.19)$$

де  $\Sigma NT_m^{\text{шв}}$ ,  $\Sigma NT_m^n$  — поїздогодини відповідно швидких і пасажирських поїздів на шляху прямування.

До основних економічних показників відносяться собівартість одного пас.-км і дохідна ставка. Усі показники визначають за повідомленнями пунктів приписки вагонів та залізниці в цілому.

Приміські перевезення розвиваються на лініях, що примикають до великих міст, промислових та населених пунктів. Приміськими поїздами здійснюються внутрішньоміські перевезення там, де приміські ділянки залізниць перебувають у межах міських новобудов або є залізничними діаметрами, котрі перетинають місто, будучи транспортними артеріями. Чітка організація приміських перевезень має велике значення. Запізнення приміського поїзда призводить до запізнення людей на роботу та збою виробництва. Погані умови перевезення, відсутність взаємодії з іншими видами транспорту викликають додаткову транспортну втому і зниження продуктивності праці пасажирів, що перевозяться.

Особливості приміських перевезень:

- ✓ концентрація приміських перевезень у великих містах;
- ✓ короткі відстані перевезень;
- ✓ різкі зміни пасажиропотоків на окремих зупиночних пунктах та скорочення їх на віддалених від міста ділянках;
- ✓ нерівномірність перевезень за сезонами, днями тижня та годиною доби;
- ✓ стійкі пасажиропотоки у робочі дні (трудові поїздки) та змінні — у вихідні та святкові дні;
- ✓ велика частота руху для зменшення часу очікування поїздів і висока швидкість для скорочення тривалості поїздки.

Ділянки приміського руху мають бути відповідним чином технічно оснащені, а технологія роботи, графіки руху — передові, новаторські та найбільшою мірою враховувати інтереси пасажирів.

Як правило, приміські ділянки двоколійні, а на багатьох є додаткові III і IV головні колії, обладнані три- і чотиризначним автоблокуванням з автоматичною локомотивною сигналізацією. Це забезпечує їхню високу пропускну здатність і повну безпеку руху. Ділянки з великими пасажиропотоками електрифіковані. Обслуговують їх спеціальні мотор-вагонні поїзди з високими значеннями прискорення та уповільнення, у вагонів

автоматично керовані широкі двері. Високі платформи забезпечують посадку та висадку пасажирів з мінімальними втратами часу.

Так само, як у дальньому так і місцевому сполученні, щоб ефективно, з усіх точок зору, організувати приміські перевезення, необхідно спрогнозувати, а потім і запланувати пасажиропотоки так, щоб не було малонаселених поїздів, а потреба в додаткових поїздах при зростанні пасажиропотоків була передбачена і не викликала труднощів щодо їх реалізації.

Існує кілька способів визначення фактичного пасажиропотоку за певний період: талонне обстеження пасажиропотоку; підрахунок числа пасажирів по кожному зупиночному пункті; використання касових звітів про продаж квитків.

Може здійснювалося також анкетне обстеження, яке являє собою різновид талонного обстеження. Талонне та анкетне обстеження пасажиропотоку дуже трудомісткі. Існуюча статистична звітність щодо касових операцій шляхом додаткової її обробки дозволяє визначити пасажиропотік загалом за місяць і за добу за тарифними зонами. Однак за цими даними не можна встановити розподіл пасажиропотоку по годині доби; щоб отримати погодинний обсяг перевезень, необхідно періодично проводити обстеження фактичних пасажиропотоків.

На приміській перевезення впливають фактори, що залежать від техніко-економічної характеристики приміської ділянки та прилеглих зон: число головних колій, населення в містах, що прилягають до залізниці тощо. Як приклад розташування станцій та пасажирських платформ на приміській ділянці, а також заплановані приміські пасажиропотоки за середню добу мінімального за обсягом перевезень місяця дано у вигляді таблиці 2.1.

Для наочності та зручності розрахунків планові приміські пасажиропотоки подають у вигляді діаграми (рисунок 2.3), на якій відповідно до таблиці 2.1 зі станції А вирушило 45 тис. пасажирів. На платформу К прибило (тобто вийшло з поїзда) 1 тис. пас., а вирушило 6 тис. (тобто увійшло до поїзда), тобто на перегоні К-Л буде 50 тис. пас. і т. д. У загальному вигляді аналогічна діаграма представлена на рисунку 2.4.

Таблиця 2.1

## Планові приміські пасажиропотоки

Роздільні і зупиночні пункти	Відстань, км		Пасажиропотік, тис.пас.			
	Від початкового пункту	Між пунктами	Від А до Ф		Від Ф до А	
			Прибуття	Відправлення	Прибуття	Відправлення
Станція А	-	-	-	45	45	-
Платформа К	3	3	1	6	6	1
Платформа Л	7	4	2	-	-	-
Станція М	10	3	4	2	2	4
Платформа Н	14	4	1	-	-	1
Станція О	20	6	10	2	2	10
Платформа П	26	6	4	-	-	4
Станція Р	30	4	1	2	2	17
Станція С	40	10	6	-	-	6
Платформа Т	45	5	2	-	-	2
Платформа У	53	8	1	-	-	1
Станція Ф	60	7	9	-	-	9

Пасажиропотоки до станцій та зупиночних пунктів приміської ділянки складають:

$$A_1 = A_{від}^A; \quad (2.20)$$

$$A_2 = A_1 - A_{пр}^K + A_{від}^K; \quad (2.21)$$

$$A_3 = A_2 - A_{пр}^L + A_{від}^L, \text{ тощо}, \quad (2.22)$$

де  $A_{від}^A$ ,  $A_{від}^K$ ,  $A_{від}^L$  — число відправлених пасажирів відповідно до головної та попутної станцій і зупиночних пасажирських пунктів;  $A_{пр}^K$ ,  $A_{пр}^L$  — кількість пасажирів, що прибули на попутні станції і зупиночні пасажирські пункти.

На діаграмі (див.рис.2.4) враховано зменшення пасажиропотоків:  $P_1, P_2, \dots$  — спад пасажиропотоку (різниця між числом прибулих та відправлених пасажирів) на зупиночних пасажирських пунктах відповідно I, II тощо зон;  $K_1, K_2$  - спад пасажиропотоку на I, II і т. д. зонних станціях.

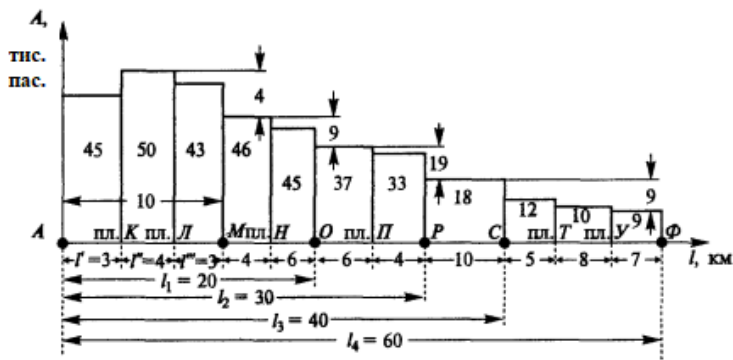


Рисунок 2.3 - Діаграма приміських пасажиропотоків ділянки А-Ф відповідно до табл. 2.1

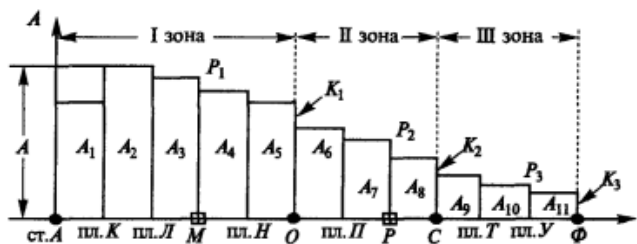


Рисунок 2.4 - Діаграма приміських пасажиропотоків

Для скорочення часу, що витрачається пасажирями на поїздку, та більш ефективного використання приміського рухомого складу приміські ділянки ділять залежно від розмірів пасажиропотоків на зони. Для зон із великим потоком пасажирів призначається більша кількість поїздів.

Розміри руху визначають кожної зони окремо. На далеких зонах менші розміри руху, і тому час очікування на поїздку пасажирями цих зон більший, ніж пасажирями першої зони. Однак тривалість їхньої поїздки можна скоротити за рахунок прокладання поїздів з невеликою кількістю зупинок («скороходів»), які є характерними для графіка руху прогресивного типу. Це певною мірою компенсує втрати часу через скорочення частоти руху.

Приміську ділянку ділять на зони так, щоб будівельні витрати на улаштування зонних станцій та експлуатаційні витрати не перевищували економії від прискорення доставки пасажирів та скорочення часу обороту поїздів.

### РОЗДІЛ 3. ГРАФІКИ РУХУ ПРИМІСЬКИХ ПОЇЗДІВ

Залежно від розмірів та характеру пасажиропотоків, а також від технічного оснащення ділянки використовують графіки різних типів.

Паралельний графік - графік без поділу ділянки на зони. Його застосовують на лініях з невеликими пасажиропотоками або коли їхня кореспонденція між станціями ділянки є значною (рисунок 3.1). Всі поїзди за цим графіком мають однаковий час ходу та зупинки на всіх станціях, тому лінії на ділянках є паралельними. Такі поїзда називаються «тихоходами»,  $I_T$  - інтервал між ними. Переваги такого графіка — найкраще використання провізної здатності та максимальна частота руху для всіх зупинних пунктів ділянки.

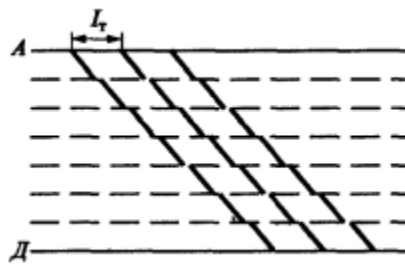


Рисунок 3.1 - Паралельний графік на дільницях, не розділених на зони

Недоліки — нерівномірна населеність поїздів (перенаселеність на початку ділянки та різке зниження наприкінці), значна витрата часу на проїзд до далеких станцій.

Зонний паралельний графік застосовують на ділянках, що мають дві і більше зонні станції (рисунок 3.2), при великій кореспонденції пасажиропотоку між проміжними станціями, значному її спаді в межах ділянки та відносно невеликих розмірах приміського руху. Всі поїзди при графіку цього типу зупиняються на всіх пунктах зупинки, а лінії ходу поїздів - паралельні.

Зонний паралельний графік економічніший за незонний, поїзди рівномірніше заповнюються пасажиром. Однак перенаселеність поїздів далеких зон на головній ділянці зберігається. Недоліки графіка полягають у

тривалості поїздки на дальні зони при скорочуванні порівняно з незонним графіком частоти руху.

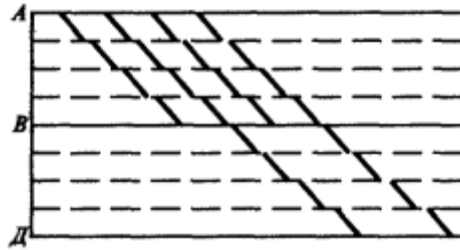


Рисунок 3.2 - Зонний паралельний графік руху приміських поїздів (В і Д - зонні станції)

Зонні паралельні та несезонні графіки, як правило, застосовуються для одноколійних ділянок і за певних умов там, де потрібно краще використовувати пропускну спроможність ділянки. При графіку такого типу витрати часу на очікування поїздів найменші.

Шаховий (зонний та незонний) паралельний графік із чергуванням зупинок застосовують для ділянок більшої протяжності з метою скорочення часу поїздки (рисунок 3.3). При графіку цього типу кількість зупинок скорочується вдвічі. У такому самому ступені збільшується довжина безперервного пробігу поїзда, що дозволяє значно збільшити швидкість руху. Однак через скорочення зупинок час очікування збільшується, пасажиром важко зробити поїздки між суміжними станціями та виникають труднощі користування розкладом.

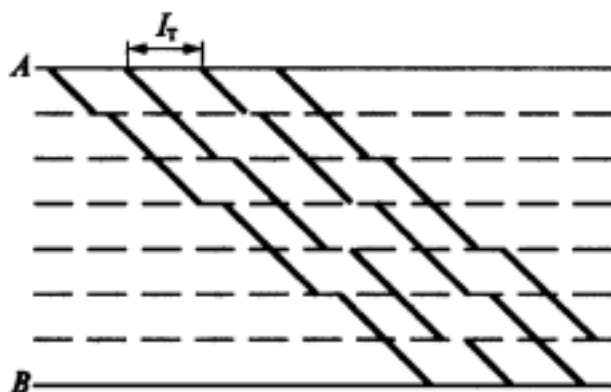


Рисунок 3.3 - Шаховий графік

Зонний непаралельний графік використовують при значному пасажиропотоці (рисунок 3.4). Кожен поїзд обслуговує тільки свою зону, зупиняючись на всіх зупиночних пунктах, а інші зони проходить без зупинок. Цей графік є класичним непаралельним графіком. Потяг, що проходить зону безперервно, називається «скороходом» (1), а з зупинками — «тихоходом» (2). Різниця часу ходу поїздів 2 і 1 в межах зони - зонний інтервал  $\Delta_3$ , інтервал відправлення «тихохода» за «скороходом» позначений  $I_{т.с}$ .

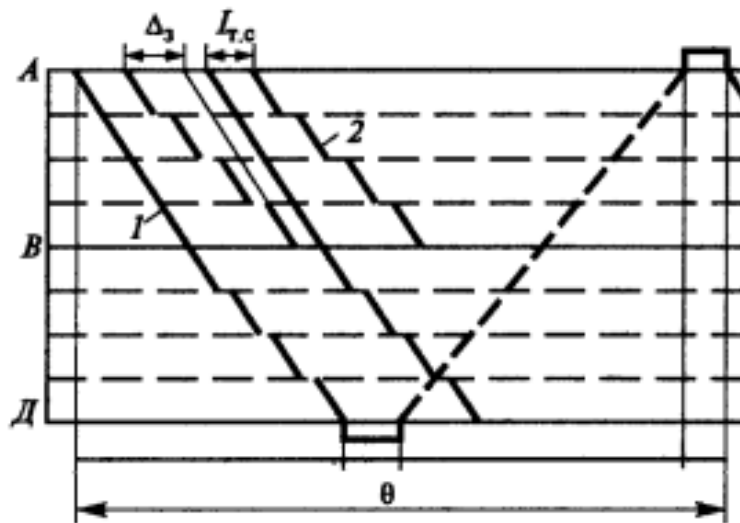


Рисунок 3.4 - Класичний зонний непаралельний графік

При графіку цього типу суттєво прискорюються рух поїздів та доставка пасажирів, більш ефективно використовується і менше зношується рухомий склад, заощаджується електроенергія (паливо), забезпечується рівномірна населеність складу.

Розміри руху визначають окремо для періоду максимальних перевезень та годин спаду. До недоліків графіка можна віднести збільшення часу очікування поїздів та погіршення міжзонного зв'язку пасажирів. Графік цього типу застосовують у часі «пік».

Зонний непаралельний графік із зупинками скороходів на зонних станціях (рисунок 3.5) дещо згладжує недоліки графіку попереднього типу.

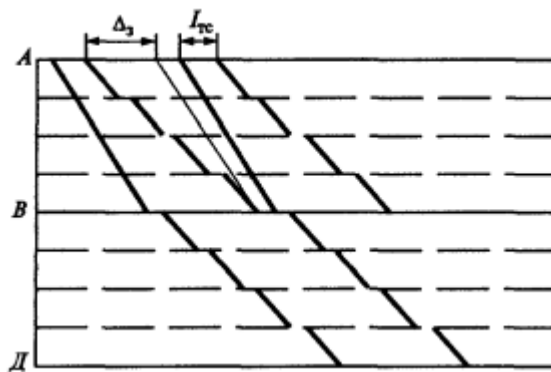


Рисунок 3.5 - Зонний непаралельний графік із зупинками на зонних станціях

На окремих зупиночних пунктах приміських ділянок великих міст створюються міцні пасажиропотоки з великою концентрацією пасажирів у години пік (садівники, лижники, пасажири пунктів пересадки залізниця — метрополітен). Тому виникає необхідність прокладати в графіці беззупиночні поїзди-експресі цільового призначення, а також обертати частину поїздів по станціям пересадки. Внаслідок цього приміські графіки руху поїздів стають графіками комбінованого типу.

Ялинковий графік застосовують рідко і в основному на одноколійних лініях, коли збільшується рух поїздів в одному напрямку та зменшується у зворотному (рисунок 3.6). Маятниковий рух може бути організований на залізничних діаметрах, тобто на лініях, що проходять «наскрізь» через центральні райони міста. При цьому головна станція наскрізного типу обслуговує два та більше приміських ділянок, що сходяться до неї.

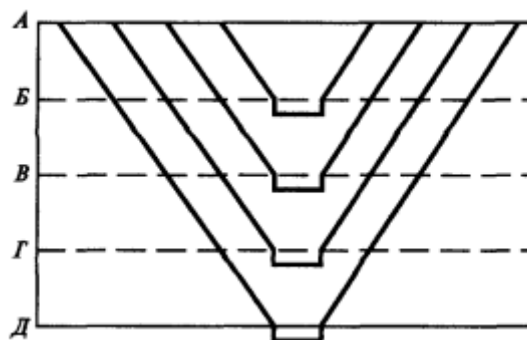


Рисунок 3.6 - Ялинковий графік на одноколійній ділянці

Приміські поїзди, що прибувають з однієї ділянки, проходять на наступну без відстою чи обороту у центральній частині міста. Обороти рухомого складу проводяться на зонних станціях. При цьому в межах міста поїзда зупиняться можуть частіше і, отже, швидкість їх менша, ніж на приміських ділянках. Але відсутність відстою поїздів і їх обороту на головній станції дозволяє більш ефективно використовувати рухомий склад і обслуговувати внутрішньоміські перевезення. При маятниковому русі немає необхідності утримувати або будувати в центрі міста технічні парки для стоянки, екіпірування приміських поїздів, доцільніше виносити їх на зонні станції. Внаслідок нерівномірного розподілу приміських поїздів по годинах доби, зазвичай за маятниковим графіком йдуть не всі поїзди, а лише їх частина.

Для зниження збитковості приміських перевезень поїзда, що йдуть за графіками всіх типів, на пунктах зупинки з малим пасажирообігом можуть зупинятися лише 2-3 рази на добу: ранком і ввечері або вранці, вдень і ввечері.

Для поліпшення обслуговування населення великих міст і міст-супутників доцільно призначати між ними беззупиночні поїзди.

Для забезпечення нормальних умов проїзду приміських пасажирів важливе значення має правильне визначення числа приміських поїздів, яке необхідно передбачити у графіку руху. Вихідними даними для встановлення розмірів руху приміських поїздів є прогнозовані пасажиропотоки за розрахункову добу  $A$ , місткість складу  $a$  та тип графіка.

Внаслідок внутрішньотижневої нерівномірності приміських пасажиропотоків як розрахункові приймають добу робочого, вихідного, передвихідного та післявихідного днів окремо для літнього та зимового періодів.

Місткість складу при відомій кількості вагонів у ньому та прийнятому типі вагонів

$$a_p = \alpha a, \quad (3.1)$$

де  $a$  - число місць для сидіння (нормальна місткість складу);  $\alpha$  - коефіцієнт допустимої перенаселеності поїзду (з урахуванням місць для проїзду стоячи).

Проїзд частини пасажирів стоячи допускається, як правило, лише в межах першої зони тривалістю не більше 25...30 хв. Пасажири, що їдуть у другу та більш далекі зони, повинні забезпечуватись місцями для сидіння.

На приміських ділянках, де зорганізується зонний рух, розмір руху визначають для кожної зони окремо. Відповідно до діаграми приміських пасажиропотоків (див. рисунок 2.4), де як проміжні зонні прийняті станції О, С, розміри руху у парах поїздів за розрахункову добу для паралельного графіка складуть:

$$N_{заг}^n = \frac{A}{\alpha a}, \quad (3.2)$$

при цьому

$$N_2 = \frac{A_6 - A_9}{a}, \quad N_3 = \frac{A_9}{a};$$

якщо

$$N_{заг}^n > N_2 + N_3$$

тоді

$$N_1 = N_{заг}^n - (N_2 + N_3), \quad (3.3)$$

або

$$N_1 = 0;$$

$$N_{заг}^n = N_2 + N_3, \quad (3.4)$$

де  $A$  — найбільший пасажиропотік у межах зони I;  $N_1, N_2, N_3$  — розміри руху відповідно для зон I, II, III.

Необхідність поділу приміських ділянок на зони є наслідком значного спаду пасажиропотоку в міру віддалення від головної станції.

При відокремленні зонних станцій скорочується кількість поїздів далеких зон і тим самим збільшується час очікування поїздки для пасажирів, що прямують на станції, віддалені від головної. Однак при зонному русі час на поїздку може бути скорочено за рахунок застосування непаралельного графіка руху. Для забезпечення найменшої витрати часу на проїзд пасажирів (з

урахуванням очікування поїздки) розподіл зонних станцій на ділянці доцільно робити за умови:

$$\Delta t_3 \geq \frac{I_d}{2}, \quad (3.5)$$

де  $I_d$ , - середній інтервал між поїздами дальньої зони, хв.

Розподіл ділянки на зони дозволяє не тільки покращити обслуговування приміських пасажирів, але й підвищити ефективність використання рухомого складу (за рахунок підвищення населеності на вагон) та знизити собівартість перевезень.

Число зон і розміщення зонних станцій на приміській ділянці може бути встановлено за плановим значенням динамічної населеності на вагон  $a_p^d$ .

Динамічна населеність на вагон — це такий техніко-економічний показник, який визначає як рентабельність приміських перевезень, так і прийнятні умови проїзду пасажирів.

З одного боку, населеність на вагон має бути достатньо великою, щоб відповідно до приміських тарифів і компенсацій за пільговий проїзд пасажирів забезпечувати покриття витрат транспорту на перевезення і давати необхідну норму прибутку. З іншого боку, населення на вагон не можна надмірно збільшувати шляхом скорочення розмірів руху, щоб не погіршувати умов проїзду пасажирів.

Отже, приміський рух необхідно здійснювати наскільки можна без відхилення від економічно доцільної динамічної населеності на вагон.

### **Послідовність розрахунку:**

1. За заданою населеністю визначають планову витрату поїздохілометрів на ділянці:

$$\Sigma Nl_3 = \frac{\Sigma Al}{a_p^d m} \quad (3.6)$$

де  $\Sigma Al$  - загальний пасажирообіг на ділянці;  $m$  — кількість вагонів у рухомому складі.

2. Намічають варіанти поділу приміської ділянки на зони: перший варіант - з двома зонами, другий - з трьома і т. д.

Як зонні намічають станції з найбільшим спадом пасажиропотоку (точніше, з максимальним добутком спаду пасажиропотоку на відстань від цієї до кінцевої станції приміської ділянки).

3. Для кожного варіанта розподілу приміської ділянки на зони (за наміченими до виділення як зонні станції) визначають розміри руху приміських поїздів при паралельному графіку, оскільки більшу частину доби використовується графік цього типу.

4. Для кожної зонної станції встановлюють розміри засилань приміських складів. Засилання дозволяють забезпечити розміри руху в години пік без збільшення загального парку приміських складів. Пояснюється це тим, що вранці прибуває більша кількість пасажирів (на роботу, навчання тощо), часто в кілька разів більша, ніж вирушає у зворотному напрямку. Щоб не збільшувати кількість поїздів для підвезення пасажирів до міста, перші поїзди, що прибули до міста, вирушають назад за наступною партією пасажирів. Оскільки з міста вирушає набагато менше пасажирів, то ці поїзди прямують без зупинок, тобто вони засилаються. Беззупиночне їх слідування пришвидшує оборот рухомого складу і економить електроенергію.

Поїздохілометри з урахуванням засилання складів  $\Sigma N_1$  визначаються за всіма наміченими варіантами розташування зонних станцій. Шляхом зіставлення отриманих розрахункових значень поїздохілометрів  $\Sigma N_1$  із заданими плановими  $\Sigma N_3$ , встановлюють варіант поділу ділянки на зони та розміщення зонних станцій, що забезпечує раціональне співвідношення цих значень, але за умови, що  $\Sigma N_1 \leq \Sigma N_3$ . Раціональне співвідношення цих величин визначається також необхідністю використовувати обрану станцію для відстою потрібної кількості складів, з урахуванням можливого проживання там локомотивних бригад та організації охорони рухомого складу.

З багатьох характеристик видів пасажирського транспорту, що конкурують, одними з головних (при безумовній безпеці та надійності) є:

швидкість доставки пасажирів, регулярність і частота курсування. На приміській ділянці це забезпечується графіком відповідного типу. Він має найбільшою мірою враховувати побажання більшості пасажирів, але за умови ефективного використання рухомого складу та інших ресурсів залізниці.

Графіки різних типів, що розглядалися вище, відрізняються в першу чергу числом зупинок. При паралельному графіку кожен поїзд має зупинки на всіх зупиночних пунктах. Він використовується при незначних пасажиропотоках (10...15 тис. пас. на годину). При потужних пасажиропотоках (30 тис. пас. на годину і більше) використовуються непаралельні графіки, коли середня кількість зупинок у поїздів скорочується та збільшуються середньозважений беззупинний пробіг поїздів та дільнична швидкість. З цією метою призначаються беззупинні поїзди та поїзди цільового призначення.

Проведені статистичні дослідження на основі опитування пасажирів показали, що з достатнім ступенем точності для більшості приміських ділянок із середніми пасажиропотоками (15... 25 тис. пас. у години пік), з точки зору якості обслуговування пасажирів та ефективного використання рухомого складу та інших технічних засобів та ресурсів залізничного транспорту в період інтенсивного руху, непаралельний графік доцільніше паралельного за умови

$$\Delta t_3 \geq I_n^T / 2, \quad (3.7)$$

де  $\Delta t_3$  — економія часу на проїзд пасажирями далеких зон при непаралельному графіку, хв;  $I_n^T$  — середній інтервал між поїздами при паралельному графіку за період  $T$ , хв.

Загальні розміри руху розподіляються по годинах доби пропорційно годинному пасажиропотоку, вираженому в відсотках  $p$ . Тому у формулі доцільності використання непаралельного графіка  $I_n^T$  для окремо взятої години можна виразити через загальну кількість поїздів при паралельному графіку  $I_{заг}^n$  наступним чином:

$$I_n^n = \frac{60}{p I_{заг}^n},$$

(3.8)

Підставляючи цей вираз у формулу  $\Delta t_3 \geq I_n^T / 2$ , і змінюючи місцями  $\Delta t_3$  і  $p$ , отримаємо, що мінімальний відсоток пасажиропотоку, що припадає на 1 годину, при якому доцільне використання непаралельного графіка,

$$p \geq 100 \frac{60}{2\Delta t_3 N_{заг}^n},$$

(3.9)

Тип непаралельного графіка визначається характером пасажиропотоку. За відсутності міжзонної кореспонденції пасажиропотоку та його рівномірного спаду в міру віддалення від міста застосовується класичне зонне прокладання приміських поїздів у графіку. На ділянках, де має місце відправлення пасажирів з ранку і ввечері з однієї зони до іншої, найбільш доцільно застосовувати зонний графік із зупинкою поїздів на зонних станціях.

На ділянках приміських ліній, що знаходяться в межах міста, в час пік може застосовуватися паралельний графік, оскільки приміські поїзди використовуються як міський транспорт.

Для побудови графіка руху приміських поїздів загальні розміри руху мають бути розподілені за годиною доби. Основою для цього є процентний розподіл прибуття та відправлення природного пасажиропотоку по годинах доби. Процентне співвідношення приміського пасажиропотоку по годині доби встановлюють на основі обстеження приміського руху та заявок підприємств та установ окремо для робочого, вихідного, передвихідного та післявихідного дня.

Розміри руху по зонах за кожну годину:

$$N_i^z = \frac{p_i^z}{100} N_i^z,$$

(3.10)

де  $p_i^z$  — відсоток прибуття або відправлення приміського пасажиропотоку, що припадає на цю годину доби, по головній станції;  $N_i^z$  — загальна кількість поїздів  $i$ -ої зони.

Відповідно до цієї формули будують таблицю розподілу приміського руху по зонах та годинах доби (таблиця 3.1).

У цій таблиці спочатку вказують загальні розміри приміського руху по зонах, потім встановлюють розрахункове і, нарешті, прийняте для побудови графіка кількість поїздів по годинах доби.

Таблиця 3.1

## Розподіл приміського руху по зонах та годинах доби

Години доби	Прибуття на головну станцію					Відправлення з головної станції				
	Пасажиропотік, % до добового	Кількість поїздів по зонах				Пасажиропотік, % до добового	Кількість поїздів по зонах			
		розрахункове		прийняте			розрахункове		прийняте	
		I (ст.Р)	II (ст.Ф)	I (ст.Р)	II (ст.Ф)		I (ст.Р)	II (ст.Ф)	I (ст.Р)	II (ст.Ф)
5-6	3	0,72	0,54	1	1	3	0,72	0,54	–	1
6-7	8	1,92	1,44	2	1	4	0,96	0,72	1+1	1
7-8	11	2,64	1,98	3	2	6	1,44	1,08	2	1
8-9	10	2,40	1,80	2	2	7	1,68	1,26	2	1
9-10	4	0,96	0,72	–	1	5	1,20	0,90	1	1
10-11	3	0,72	0,54	1	–	2	0,48	0,36	–	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
23-24	3	0,72	0,54	1	–	2	0,48	0,36	1	1
0-1	2	0,48	0,36	-	1	3	0,72	0,54	1	1
Разом	100	24	18	24	18	100	24	18	24	18

У період з 6 до 7 год вказано засилання рухомого складу (+1) з головної на зонну станцію Р. При складанні таблиці погодинного розподілу необхідне призначення поїздів дальньої зони по прибуттю та відправленню з головної станції в самий ранній (з 5 до 6 год) та пізній (від 0 до 1 год) періоди для забезпечення своєчасного перевезення пасажирів приміської зони.

Для приміських перевезень характерним недоліком є дефіцит пропускної спроможності в період максимальних пасажиропотоків на головних ділянках лінії. Враховуючи нерівномірність розподілу приміських пасажиропотоків по годинах доби, пропускну спроможність розраховують за годину найбільш інтенсивного руху приміських поїздів.

Пропускна спроможність приміських ділянок визначається:

- числом головних колій перегонів та їх спеціалізацією;
- типом рухомого складу та потужністю тягових двигунів;
- типом графіка приміського руху;
- розміщенням роздільних та зупиночних пунктів;

- типом пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку;
- типом пасажирських платформ;
- колійним розвитком головних та зонних станцій.

Годинну пропускну здатність двоколійних приміських ділянок розраховують за формулами для кожної колії окремо.

Для паралельного графіка годинна пропускну спроможність, поїздів/год,

$$N_T^z = \frac{60}{I_T},$$

(3.11)

де  $I_T$ , — розрахунковий інтервал між приміськими поїздами-«тихоходами», що мають зупинки у всіх платформах, хв. (рисунок 3.7, а).

Якщо в годину ранкового або вечірнього максимуму приміського руху прокладаються швидкі  $N_{шв}$ , пасажирські  $N_{пс}$  і вантажні  $N_{вн}$  поїзди, то найбільша кількість поїздів-«тихоходів» за цей час:

$$N = \frac{60}{I_T} - (\varepsilon_{шв} N_{шв} + \varepsilon_{пс} N_{пс} + \varepsilon_{вн} N_{вн}),$$

(3.12)

де  $\varepsilon_{шв}$ ,  $\varepsilon_{пс}$ ,  $\varepsilon_{вн}$  — коефіцієнти знімання відповідної категорії поїздів по відношенню до поїзда-«тихохода».

Для зонного непаралельного графіка пропускну спроможність визначають у поїздах-«швидкоходах», які не мають зупинок у межах I зони, за формулою:

$$N = 60 / I_c$$

де  $I_c$  – розрахунковий інтервал між приміськими поїздами-«скорходами», хв (рисунок 3.7, б).

Якщо в інтенсивну годину приміських перевезень прокладаються швидкі, пасажирські, «тихоходи» та інші потяги, то кількість поїздів-«швидкоходів» за цю годину підраховують за формулою:

$$N_c^z = \frac{60}{I_c} - (\varepsilon_{шв} N_{шв} + \varepsilon_{пс} N_{пс} + \varepsilon_{вн} N_{вн}) \quad (3.13)$$

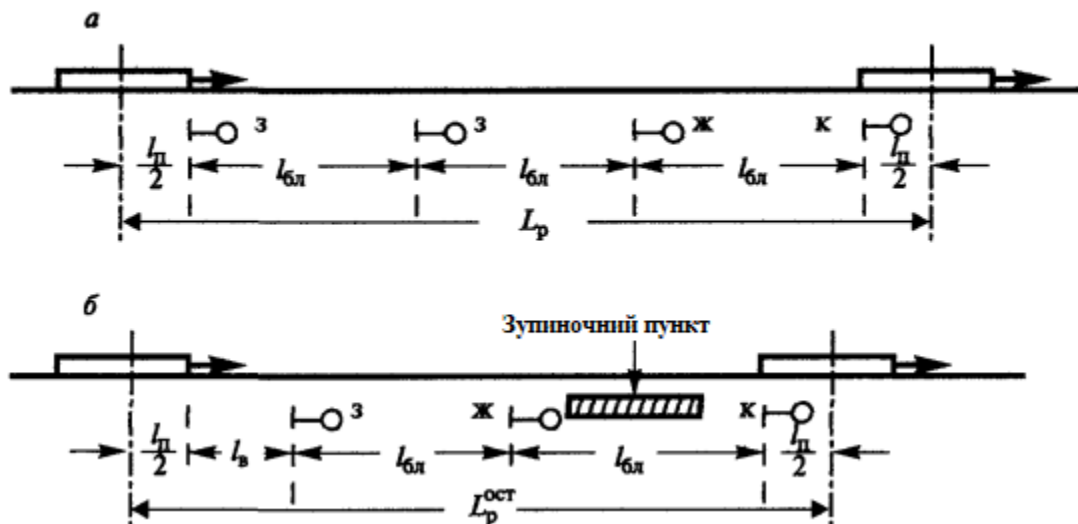


Рисунок 3.7 - Нормальна схема розмежування приміських поїздів при автоблокуванні

Величина мінімального інтервалу між попутними пригородними поїздами визначається умовами їх руху та типом пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку, конструкцією станцій та платформ.

Приблизні величини інтервалів в залежності від ходової швидкості наступні:

Середня ходова швидкість, км/год .....	60	75	85
Інтервал $I_c$ , хв.....	3,5	3,0	2,5
Інтервал $I_T$ , хв .....	4,0	3,5	3,5

Електросекції та дизельні поїзди піддають обробці як на головній, так і на зонних станціях.

Обробка електросекцій на головній станції після прибуття можлива як без їхнього осадження на колії технічної станції, так і з осадженням. У першому випадку після висадки пасажирів бригада прибиральників виконує сухе прибирання вагонів. Локомотивна бригада переходить до іншої кабіни управління, здійснюючи у цей час технічний огляд та дрібний ремонт вагонів.

У другому випадку при осадженні електросекцій на колії технічної станції попередньо витрачається час на їхню обробку по прибуттю 8...10 хв

(включаючи сухе прибирання) і після подачі під посадку після відправлення 5...8 хв. Локомотивна бригада здійснює огляд вагонів на технічній станції.

У пунктах обороту провідники вагонів разом із робітниками виконують сухе прибирання вагонів.

Один раз на добу в мотор-вагонному депо проводять вологе прибирання, екіпірування, профілактичний огляд та періодичний ремонт електросекцій. Роботи здійснюють як у денний, так і в нічний час. Загальна тривалість цих операцій з обмиванням електросекцій на вагономийній машині становить 135 хв.

Для побудови графіка руху на приміській ділянці визначають наступні його елементи:

- перегінний час ходу;
- станційні інтервали;
- інтервали між поїздами в пакеті;
- норми стоянок поїздів на станціях та зупиночних пунктах;
- норми знаходження електропоїздів, дизель-поїздів та локомотивів у пунктах обороту.

Розрахунок часу руху перегонами зводять у таблицю 3.2.

Перегоний час ходу вантажних та пасажирських поїздів встановлюють з точністю до хвилини, приміських — до півхвилин.

Розрахунковий час ходу приміських поїздів округляють наступним чином: дріб 0,3 і більше – до 0,5 хв, дріб 0,8 та більше – до 1 хв; інші значення округляють у меншій бік, два значення, що стоять поруч, не можна округлювати в меншій бік.

Станційні інтервали для станцій приміської ділянки встановлюють відповідно до чинної Інструкції щодо визначення станційних інтервалів.

Тривалість стоянок приміських поїздів залежить від розміру і нерівномірності пасажиропотоків на зупиночних пунктах, співвідношення числа пасажирів, що входять та виходять з рухомого складу, конструкції рухомого складу (кількості і ширини дверей), довжини складу, типу

пасажирських платформ, взаємного розташування та зручності зв'язку платформ і центрів тяжіння пасажиропотоків.

Таблиця 3.2

## Розрахунок часу руху перегонами

Роздільні та зупинні пункти	Відстань		Перегонний час руху поїздів, хв.			
	Між зупиночними пунктами	Між станціями	Приміських		Швидких та пасажирських	Вантажних
Ст.А						
Пл.К						
Пл.Л						
Ст.М						
тощо						

Для середніх умов тривалість стоянок поїздів може бути орієнтовно прийнята за даними таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

## Середня тривалість стоянок приміських поїздів

Тип зупиночного пункту	Тривалість стоянки, с, для періодів руху	
	інтенсивного	неінтенсивного
Зоїні станції, станції та платформи, розташовані на міській території	50... 90	30... 50
Інші зупиночні пункти	30... 40	20... 30

Графік руху приміських поїздів складають після визначення розмірів руху за годиною доби, вибору числа зон та типу графіка. При цьому слід забезпечувати:

- ✓ найменшу витрату часу пасажирями на проїзд з урахуванням розподілу пасажиропотоку за періодами доби, а також потрібну частоту руху приміських поїздів;

- ✓ організацію руху такої кількості поїздів у ранкові та вечірні години, що забезпечує своєчасну доставку пасажирів до міста на роботу та їх повернення до місця проживання без додаткового очікування поїздів;

- ✓ розподіл поїздів по годині доби з урахуванням часу початку та кінця роботи на підприємствах та в установах та погодження двівкennня приміських поїздів з роботою міського транспорту;

- ✓ уніфікацію розкладу поїздів (нумерацію поїздів за зонами, відправлення по зонах у певні хвилини) для зручності запам'ятовування пасажирями;

- ✓ погодження розкладу приміських, далеких і місцевих поїздів для скорочення часу на пересадку пасажирів;

- ✓ складання особливого розкладу для вихідних, передвихідних і післявихідних днів.

Нанесення приміських поїздів на графік відповідно до їх погодинного розподілу починають по головній станції з ранкових годин пік. За наявності достатнього резерву пропускної спроможності на приміській ділянці для ранкових годин пік доцільно побудувати схематичний графік обігу складів, яким передбачатиметься забезпечення планових розмірів руху розрахунковим числом поїздів та необхідна їхнє засилання з головної на зонні станції.

При паралельному графіку для більш рівномірної населеності вагонів поїзда ближніх зон прокладають перед поїздами далеких зон.

При непаралельному графіку краще використання пропускної спроможності ділянки забезпечують першочерговою прокладкою поїздів найдальшої зони, потім ближчою і, нарешті, поїздів першої зони.

Для ділянок з частково непаралельним графіком прокладають поїзди-«швидкоходи» у години пік після прибуття та відправлення з головної станції, в решту періоду — поїзди-«тихоходи».

При нанесенні поїздів на графік одночасно уточнюють оборот поїздів по зонних станціях з урахуванням їх повернення на головну станцію згідно з погодинним розподілом поїздо-потоків.

До нанесення ліній ходу приміських поїздів на графік необхідно відповідно до погодинного їх розподілу аналітично визначити кількість поїздів, яка має бути виділена для обслуговування намічених розмірів руху.

Число поїздів, необхідне обслуговування зони, дорівнює максимальному числу поїздів, яке потрібно відправити (або прийняти) під час їх обороту в найбільш інтенсивний період руху по даній зоні.

Загальна кількість складів визначається сумарною їхньою потребою по зонах:

$$\Sigma P_c = P_c^I + P_c^{II} + \dots = \frac{\theta_I}{I_{\theta_I}} + \frac{\theta_{II}}{I_{\theta_{II}}} + \dots = \frac{\max p_{\theta_I}}{100} N_I + \frac{\max p_{\theta_{II}}}{100} N_{II} + \dots, \quad (3.14)$$

де  $\theta_I, \theta_{II}$  — мінімальний норматив на обіг поїздів відповідно до зон I, II тощо, год.

$$\theta = \frac{1}{60} [\Sigma(t_x' + t_x'') + \Sigma t_{cm} + \Sigma t_{p-y} + t_r + t_3], \quad (3.15)$$

де  $\Sigma(t_x' + t_x'')$  — сумарний час ходу поїздів від головної до зонної станції відповідно у непарному та парному напрямках, хв;  $\Sigma t_{cm}$  — загальний час стоянок пари приміських поїздів на попутних станціях та зупиночних пунктах, хв;  $\Sigma t_{p-y}$  — сумарний час на розгін-уповільнення пари поїздів на станціях та зупиночних пунктах, хв;  $t_r$  — норматив на обіг складу на головній станції, хв;  $t_3$  — те саме, на зонній станції, хв;

$I_{\theta_I}, I_{\theta_{II}}$  — середній інтервал між поїздами зон I, II і т. д. за період обороту поїзду за відповідною зоною, год.,  $\max p_{\theta_I}, \max p_{\theta_{II}}$  — максимальний процес пасажиропотоку, що приходить на час обороту складу відповідної зони в годину пік;  $N_I, N_{II}$  — загальна кількість поїздів відповідно зони I, II тощо.

Результат, отриманий за вказаною формулою, округляють у більшу сторону.

Використовуючи дані погодинного розподілу пасажиропотоків (див. табл. 3.1) і норми обороту по зонах  $\Theta_I = 1,7$  год і  $\Theta_{II} = 2,4$  год, маємо:

$$p_{\theta_I} = 11 + 0,7 * 10 = 18\%$$

$$p_{\theta_{II}} = 11 + 10 + 0,4 * 8 = 24,2\%$$

Потрібний парк составів:

$$P_c = \frac{18}{100} \cdot 24 + \frac{24,2}{100} \cdot 18 = 4,32 + 4,36 = 9$$

Після нанесення на графік пасажирських та приміських поїздів прокладають нитки графіка вантажних поїздів. Вантажні поїзди прокладають суворо рівномірно протягом добового періоду по можливості без обгону їх пасажирськими поїздами в межах приміської ділянки.

На графіку руху час проходження, прибуття та відправлення поїздів усіх категорій наноситься лише по станціям, а не по пасажирським зупинкам.

Пасажирські поїзди далекого та місцевого сполучення наносяться червоним, приміські - зеленим, вантажні поїзди – чорним кольором.

Графік обороту складають одночасно з графіком руху поїздів. Цим графіком визначається режим роботи складів на приміській ділянці, місце і час їх екіпірування, потріба кількість бригад і середньодобовий пробіг складів. За технологічним процесом необхідно передбачати один раз на добу повне екіпірування складів, їх ремонт, вологе прибирання та періодичне сухе прибирання складів.

Обслуговування приміського руху необхідно забезпечити мінімальною кількістю поїздів, встановленою аналітично для кожного варіанту графіка.

При побудові графіка обороту поїздів допускається переміщення приміських поїздів з урахуванням збереження розрахункових розмірів руху за кожен добу. При цьому можна здійснювати замикання складу при повному обороті на наступну добу «на себе» і на інший склад.

Побудова графіка обороту поїздів, що забезпечує виконання необхідних розмірів руху, повинна починатися з годин пік і може бути проілюстрована за допомогою рисунку 3.8. На ньому наведено фрагмент схематичного графіка



іншого. Цим досягається ув'язка графіків обігу складів для робочого, передвихідного, вихідного та післявихідного дня.

Якщо у вузлі є наскрізна станція, до якої примикає кілька приміських ділянок, або діаметр, що з'єднує пасажирські станції, то для поліпшення обслуговування приміських і міських пасажирів використовується маятниковий рух приміських поїздів. У цьому випадку приміські поїзди пропускаються з однієї лінії, що примикає до вузла, на іншу без обороту по головній станції.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Основним напрямком підвищення ефективності роботи швидкісних електропоїздів ЕКР-1 Тарпан є вибір оптимальних співвідношень між його техніко-економічними показниками.

Показники приміських перевезень служать для визначення обсягу виконаної роботи та якості використання рухомого складу (локомотивів, вагонів) у приміському русі. Ці показники поділяють на дві групи: кількісні та якісні.

**Кількісні показники.** До них відносяться:

1) пасажирообіг приміських пасажирів

$$\Sigma Al = 2(A_1 l_1 + A_2 l_2 + \dots + A_n l_n), \quad (4.1)$$

де  $A_1, A_2, A_n$  — кількість пасажирів, що прямують відповідно на відстань  $l_1, l_2, l_n$  км;

2) кількість перевезених (відправлених) пасажирів

$$\Sigma A_{пер} = 2(A_{від}^n + \Sigma A_{від}^{nc}), \quad (4.2)$$

де  $A_{від}^n$  — кількість відправлених пасажирів з початкової станції;  $\Sigma A_{від}^{nc}$  — те ж, з попуних станцій та пасажирських платформ приміської ділянки;

3) середня дальність поїздки пасажирів, км,

$$l_{прим} = \frac{\Sigma Al}{\Sigma A_{пер}}, \quad (4.3)$$

4) робота рухомого складу, поїздохілометри,

$$\Sigma Nl = 2(N_1 l_1 + N_2 l_2 + \dots), \quad (4.4)$$

де  $N_1, N_2, \dots$  — кількість пар поїздів зон I, II і т. д.;  $l_1, l_2, \dots$  — відстань від головної до зонної станції I, II і т. д., км.

Вагонохілометри:

$$\Sigma Nlm = 2(m' N_1 l_1 + m'' N_2 l_2 + \dots), \quad (4.5)$$

де  $m'$ ,  $m''$  ... — кількість вагонів у поїздах, що обертаються до зонних станцій I, II тощо.

5) середня густина приміських пасажиропотоків:

$$A_{\text{сеп}} = \Sigma Al / L; \quad (4.6)$$

6) пасажиромісце-кілометри

$$\Sigma al_{\text{прод}} = 2(a_1 N_1 l_1 + a_2 N_2 l_2 + \dots), \quad (4.7)$$

де  $a_1$ ,  $a_2$  — середня місткість рухомого складу у поїздах приміських зон I, II тощо;

7) середній склад поїзда у вагонах

$$m = \frac{\Sigma Nlm}{\Sigma Nl}. \quad (4.8)$$

**Якісні показники.** До них відносяться:

1) середня населеність поїзда:

на склад:

$$a_c = \frac{\Sigma Al}{\Sigma Nl}, \quad (4.9)$$

на вагон:

$$a_v = \frac{\Sigma Al}{\Sigma Nlm}, \quad (4.10)$$

2) відсоток використання запропонованих місць:

$$p_m = 100 \frac{\Sigma Al}{\Sigma al_{\text{прод}}}, \quad (4.11)$$

3) середньодобовий пробіг рухомого складу, км:

$$S_c = \frac{\Sigma Nl}{\Sigma \Pi_c}, \quad (4.12)$$

4) середня дільнична швидкість поїздів, км/год:

$$v_{\text{діль}} = \frac{\Sigma Nl}{\Sigma T}. \quad (4.13)$$

На основі даних, що наведений у табл. 4.1 та відстаней між проміжними станціями визначимо вихідні дані для розрахунку, і проведемо розрахунок

основних техніко-економічних показників на прикладі передбачаємого поїзда сполученням Львів - Перемишль.

Таблиця 4.1

## Відстані між станціями ділянки

Початкова станція	Кінцева станція	Відстань, км
Львів	Мостиська II	71
Мостиська II	Медика	15
Медика	Перемишль	12
Всього		98

Ділянкова швидкість:

$$\bar{v}_d^{\text{mvrs}} = \frac{L}{T} = \frac{98}{1,677} = 58,44 \text{ км/год.} \quad (4.14)$$

Технічна швидкість:

$$\bar{v}_t^{\text{mvrs}} = \frac{L}{T - \sum t_{\text{st}}} = \frac{98}{1,677 - 0,223} = 67,4 \text{ км/год} \quad (4.15)$$

Коефіцієнт ділянкової швидкості

$$k_d = \frac{\bar{v}_d^{\text{mvrs}}}{\bar{v}_t^{\text{mvrs}}} = \frac{58,44}{67,4} = 0,867. \quad (4.16)$$

Загальний річний пробіг МВРС

$$\sum MS = 365 \cdot 2 \cdot n \cdot L = 365 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 98 = 71,54 \text{ тис лок-км} \quad (4.17)$$

Максимальний річний пасажирооборот:

$$\sum p^p l^p = \bar{q}^p \cdot \sum MS = 490 \cdot 71,54 \cdot 10^3 = 35,054 \text{ млн лок-км} \quad (4.18)$$

Середньодобовий пробіг МВРС

$$\bar{S}_{\text{mvrs}} = \frac{L \cdot n}{M_r} = \frac{98 \cdot 1}{1} = 98 \text{ км/добу} \quad (4.19)$$

Середньодобова продуктивність МВРС

$$F_{\text{mvrs}} = \bar{S}_{\text{mvrs}} \cdot \bar{q}^p = 98 \cdot 490 = 48,02 \text{ тис. пас-км/добу} \quad (4.20)$$

Час корисної роботи МВРС

$$t_{\text{kor}} = \frac{\bar{S}_{\text{mvrs}}}{\bar{v}_d^{\text{mvrs}}} = \frac{98}{58,44} = 1,677 \text{ год} \quad (4.21)$$

Час роботи у чистому русі

$$t_{\text{ch.r.}} = \frac{\bar{S}_{\text{mvrs}}}{\bar{v}_t^{\text{mvrs}}} = \frac{98}{67,4} = 1,454 \text{ год} \quad (4.22)$$

## РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЕЛЕКТРОПОЇЗДА ЕКр-1 ТАРПАН ТА ЙОГО ВІДПОВІДНІСТЬ ВИМОГАМ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

Ринок транспортних послуг сьогодення потребує від залізниць використання швидкісного рухомого складу, для того, щоб бути конкурентоспроможним на ринку залізничних послуг ЄС.

Для оцінки і ухвалення рішення щодо вибору швидкісного рухомого складу для українських умов необхідно провести всебічне дослідження його конкурентоспроможності, споживчих та вартісних показників рухомого складу.

В сучасних методиках кваліметричного розрахунку якості техніки використовують зокрема коефіцієнт конкурентоспроможності [1], значення якого обирається на рівні  $0,8 \div 1,2$ . Нижні і верхні границі досить умовні і залежать від багатьох факторів, які мають якісну характеристику. Щоб уникнути такої невизначеності, виконані такі процедури: - проведена експертна оцінка вагових характеристик ШРС і обрані найбільш інформаційні характеристики (таблиця 5.1); - розраховані індекси споживчих і вартісних параметрів ШРС; - визначено коефіцієнти конкурентоспроможності. Згідно з даними таблиця 5.2 попередньо виставлені оцінки за шкалою: від 1 – найвища до 6 – найнижча (неважлива) і зведемо їх в табл. 5.1, згідно з даними якої визначені вагові коефіцієнти параметрів. Як зразок обираємо двосистемний електропоїзд ЕКр1 «Тарпан» ВАТ «КВБЗ» для міжрегіональних пасажирських перевезень (далі – поїзд), призначений для швидких перевезень пасажирів у вагонах підвищеного комфорту, з максимальною експлуатаційною швидкістю до 160 км/год по залізницях України із шириною колії 1 520 мм на електрифікованих ділянках колії з постійним струмом напругою 3000 В та змінним струмом напругою 25 000 В, частотою 50 Гц. Основні характеристики електропоїзда ЕКр1 «Тарпан», які висуваються до його технічних та експлуатаційних параметрів, наведені в табл. 5.2. Зважаючи на технічні вимоги, що висуваються до двосистемного електропоїзда з розподіленою тягою для

міжрегіональних пасажирських перевезень по залізницях України, було виявлено потенційних виробників даного типу рухомого складу, на підставі чого проведене порівняння їх характеристик (табл. 5.3). Окрім технічних параметрів, відповідності технічним вимогам та економічної доцільності закупівлі і подальшої експлуатації двосистемних міжрегіональних електропоїздів з розподіленою тягою, перевагу слід надати тому варіанту, який враховує також низку передумов, що стосуються терміновості розгортання проекту, забезпечення фінансування проекту, економічної доцільності (табл. 5.4). Індеси споживчих і вартісних параметрів дослідного зразка в табл. 5.3 визначаються за формулою, де у чисельнику – показник дослідної одиниці, а в знаменнику – еталонної:

$$I_i^g = \frac{g_i}{g_{eT}} \alpha_g + \frac{V_i}{V_{eT}} \alpha_V + \frac{K_i}{K_{eT}} \alpha_K + \frac{l_i}{l_{eT}} \alpha_l \quad (5.1)$$

$$I_B^g = \frac{N_i}{N_{eT}} \alpha_N * i_T + \frac{E_i}{E_{eT}} \alpha_E * i_T \quad (5.2)$$

де  $g$  – максимальне навантаження, т/вісь;  $V$  – максимальна швидкість, км/год;  $K$  – кількість посадочних місць, кількість;  $l$  – довжина складу поїзда, м;  $N$  – потужність силової установки поїзда, кВт;  $E$  – питома вартість вагона, млн дол.;  $\alpha_i$  – вага (значущість) показників (за даними експертів);  $i_T$  – індекс терміну служби. Індекс терміну служби  $i_T$  необхідний для порівняння витрат на ремонт і експлуатацію рухомого складу, визначається за формулою

$$i_T = \frac{T^{em}}{T^{eT}} \quad (5.3)$$

Результати розрахунків подано в табл. 5.3.

Розрахунки рівня конкурентоспроможності наведені на прикладі вітчизняного електропоїзда ЕКр1 Тарпан ВАТ «КВБЗ». В табл. 5.4 подано

розрахунок рівня конкурентоспроможності з наведеними зразками сучасного швидкісного рухомого складу

Таблиця 5.1

Оцінка важливості властивостей транспортного засобу (за даними експертів)

Експерт i=1,m	Вага властивостей транспортних засобів, j=1,n					
	Споживчі властивості				Вартісні показники	
	Максимальне навантаження на вісь, т/вісь	Максимальна швидкість, км/год	Кількість місць в поїзді, місць	Довжина поїзда, м	Потужність, кВт	Питома вартість, млн грн
1	6	3	4	2	5	1
2	6	3	4	2	5	1
3	5	3	1	4	6	2
4	4	3	6	1	5	2
5	5	4	3	2	6	1
6	6	3	2	1	5	4
7	2	3	4	1	6	5
8	4	3	5	1	6	2
9	3	4	5	2	6	1
10	6	4	3	2	5	1
11	4	3	5	2	6	1
12	5	3	1	2	6	4
13	6	5	3	1	2	4
14	4	2	5	3	6	1
15	3	2	4	5	6	1
16	2	4	5	1	6	3
17	2	3	5	4	6	1
18	4	3	6	2	5	1
19	4	3	5	1	6	2
20	3	4	5	2	6	1
$x_j = \sum_{i=1}^m x_{ij}$	84	65	81	41	110	39
$a_j^2 = (x_j - \bar{x}_j)^2$	196	25	121	841	1600	961

. Індекс конкурентоспроможності визначається за формулою:

$$I_k = \frac{I_k^S}{I_k^B}, \quad (5.4)$$

де  $I_k^S$  – індекс споживчих параметрів;  $I_k^B$  – індекс вартісних параметрів.

Питома вага показників за споживчими і вартісними параметрами визначалась

експертним шляхом. Індекси споживчих і вартісних параметрів дослідного зразка визначають за формулами (5.1) та (5.2). Індекс терміну служби, необхідний для порівняння витрат на ремонт і експлуатацію вантажних одиниць, визначається за формулою (5.3). Кращим обирається той варіант, для якого значення індексу споживчих параметрів буде найбільшим. Розрахунки індексів подано в таблиці 5.5.

Таблиця 5.2

Порівняння найбільш близьких моделей рухомого складу світових виробників

Назва моделі		Виробник	Країна-виробник	Термін служби, рр.	Довжина состава, м	Потужність, кВт	Максимальна швидкість, км/год	Максимальне навантаження на вісь, т/вісь	Кількість посадочних місць в поїзді	Питома вартість, млн. дол. США	
Зразок навісних	1	HRCS2	Hyundai Rotem	Південна Корея	50	200,16 (9 вагонів)	5 200–6 000	160–176	17	587	3,3
	2	EJ 675	«Škoda Vagonka»	Чехія	40	158 400 (6 вагонів)	4 000	160	21,5	636	4,467
	3	32 FLIRT	Stadler Rail	Швейцарія	30	74,3	2 600	140–160	18	219	2,2
	4	Spacium	Bombardier	Канада	40	125,7 (9 вагонів)	4 200	140–160	21,5	424 (534) (9 вагонів)	
	5	Desiro ML (аналог Pesa Бидгощ)	Siemens	Німеччина	40	93,3 (4 вагони)	до 2 600	140–160	17	248 (584)	3,7
	6	Pendolino	Alstom	Франція	40	~180 (7 вагонів)		220	17	352	5,8
	7	Sapsan/Velaro Rus	Siemens	Німеччина	30	250 (10 вагонів)	8 000	250	17	604	4,7–6,0
	8	ЕКр1 «Тарпан»	ВАТ «КВБЗ»	Україна	40	26,696 (9 вагонів)	4 000	160	18	643	2,78

Таблиця 5.3

Індекси споживчих і вартісних показників ШРС

Назва моделі		Виробник	Країна виробник	Індекс терміну служби, іт	Індекс довжини складу поїзда, $a_1$	Індекс максимальної швидкості, $a_2$	Індекс максимального навантаження на вісь, $a_3$	Індекс кількості посадочних місць, $a_4$	Індекс потужності силової установки, $a_5$	Індекс питомої вартості, $a_6$	
Індекси	1	HRCS2	Hyundai Rotem	Південна Корея	1,25	0,88	1,1	0,94	0,91	1,5	0,84
	2	EJ 675	«Škoda Vagonka»	Чехія	1	0,696	1	1,19	0,989	1	0,62
	3	32 FLIRT	Stadler Rail	Швейцарія	0,75	0,327	1	1	0,34	0,65	1,26
	4	Spacium	Bombardier	Канада	1	0,554	1	1,19	0,83	1,05	-
	5	Desiro ML (аналог Pesa Бидгощ)	Siemens	Німеччина	1	0,41	1	0,94	0,91	0,65	0,75
	6	Pendolino	Alstom	Франція	1	0,79	1,375	-	0,55	-	0,48
	7	Sapsan/Velaro Rus	Siemens	Німеччина	0,75	1,1	1,56	0,94	0,94	2	0,6
	8	ЕКр1 «Тарпан»	ВАТ «КВБЗ»	Україна	1	0,1	0,4	0,2	0,3	0,4	0,6

Таблиця 5.4

## Індекси споживчих і вартісних показників ШРС

Параметр	HRCS2 Hyundai Rotem	EJ 675 «Škoda Vagonka»	ЕКр1 «Тарпан» ВАТ «КВБЗ»
Кількість вагонів	9 (6 моторних + 3 причіпних)	6 (2 моторних + 4 причіпних)	9 (2 моторних головних + 7 причіпних)
Загальна потужність, кВт	6 000	4 000	4 000
Максимальне навантаження на вісь, тс	19	21, 5 (17,75 для П)	18
Довжина поїзда, мм	200 160	158 400	227 722
Прискорення при пуску від 0 до 60 км/год, м/с <sup>2</sup>	0,7	0,61	0,58
Кількість місць для сидіння	579	636	643
Термін служби, рр.	50	40	40
Сума контракту	307,0 млн дол.	39,9 €	399,999984 млн грн
Вартість одного електропоїзда, млн	30,7 млн дол.	19,95 €	199, 999992 млн грн

Таблиця 5.5

## Розрахунки рівня конкурентоспроможності

№ з/п	Назва моделі	Показники	Розрахунки	
1	HRCS	Споживчі	$0,1 * 0,88 + 0,4 * 1,1 + 0,2 * 0,94 + 0,88 * 0,91 = 0,989$	
		Вартісні	$(0,4 * 1,5 + 0,6 * 0,84) * 1,25 = 1,38$	
2	EJ 675	Споживчі	$0,1 * 0,696 + 0,4 * 1 + 0,2 * 1,19 + 0,3 * 0,989 = 1$	
		Вартісні	$(0,4 * 1 + 0,6 * 0,62) * 1 = 0,772$	
3	32 FLIRT	Споживчі	$0,1 * 0,327 + 0,4 * 1 + 0,2 * 1 + 0,3 * 0,34 = 0,735$	
		Вартісні	$(0,4 * 0,65 + 0,6 * 1,26) * 0,75 = 0,762$	
4	Spacium	Споживчі	$0,1 * 0,554 + 0,4 * 1 + 0,2 * 1,19 + 0,3 * 0,83 = 0,94$	
		Вартісні	$(0,4 * 1,05 + 0,6 * 0,62) * 1 = 0,792$	
5	Desiro ML	Споживчі	$0,1 * 0,41 + 0,4 * 1 + 0,2 * 0,94 + 0,3 * 0,91 = 0,902$	
		Вартісні	$(0,4 * 0,65 + 0,6 * 0,75) * 1 = 0,71$	
6	Pendolino	Споживчі	$0,1 * 0,79 + 0,4 * 1,375 + 0,2 * 1 + 0,3 * 0,55 = 0,994$	
		Вартісні	$(0,4 * 0,75 + 0,6 * 0,48) * 1 = 0,588$	
7	Sapsan/ Velaro	Споживчі	$0,1 * 1,1 + 0,4 * 1,56 + 0,2 * 0,94 + 0,3 * 0,94 = 1,204$	
		Вартісні	$(0,4 * 2,0 + 0,6 * 0,6) * 0,75 = 0,87$	
8	ЕКр1 Тарпан	Споживчі	$0,1 * 0,91 + 0,5 * 1,1 + 0,3 * 0,94 + 0,88 * 0,91 = 1,724$	
		Вартісні	$(0,4 * 1,5 + 0,6 * 0,84) * 1,25 = 1,38$	

У міжнародних стандартах та європейських нормах використовують наступні методи доказу надійності та безпеки технічних систем:

- експертно-розрахункові (на основі технічної експертизи та конструкторської документації);
- випробування імітаційних моделей програмно-апаратних засобів;
- стендові випробування;
- оцінка безпеки за статистичними даними про відмови в процесі експлуатації;
- випробування систем в умовах експлуатації.

Одним з головних методів дослідження безпеки складних технічних систем є методи імітаційних випробувань моделей апаратних та програмних засобів (імітаційне моделювання).

Дані методи дозволяють: забезпечити швидке отримання результатів; створити під час випробувань велику кількість можливих технологічних ситуацій; імітувати велику кількість відмов та збоїв апаратних та програмних засобів; зібрати статистичні дані щодо впливу збоїв на безпеку; скоригувати переліки небезпечних відмов.

Таким чином, для об'єктивного прийняття рішення про відповідність необхідному рівню безпеки необхідно застосовувати комплексний підхід до доказу безпеки систем використовуючи всю наявну інформацію (результати розрахунків, експертні методи, прискорені випробування, моделювання, стендові випробування, аналоги експлуатації подібних систем і т.п.).

Відповідно до поточної нормативної бази ДСТУ EN 50126-1:2019 [9] та EN 50126-1:2017 [10], доказ безпеки загалом складається з трьох основних частин:

- звіт про заходи щодо управління якістю;
- звіт про заходи щодо управління функціональною безпекою;
- звіт про стан функціональної безпеки.

Слід зазначити, що закордонні та українські стандарти передбачають розробку технічних систем відповідно до V-подібної моделі життєвого циклу. V-подібна модель була створена як різновид каскадної моделі із забезпеченням планування заходів щодо верифікації та тестування на ранніх етапах розробки.

V-подібна модель застосовується як на рівні системи, так і на рівні програмного забезпечення.

На рисунку 5.1 подано V-подібну модель життєвого циклу програмного забезпечення.

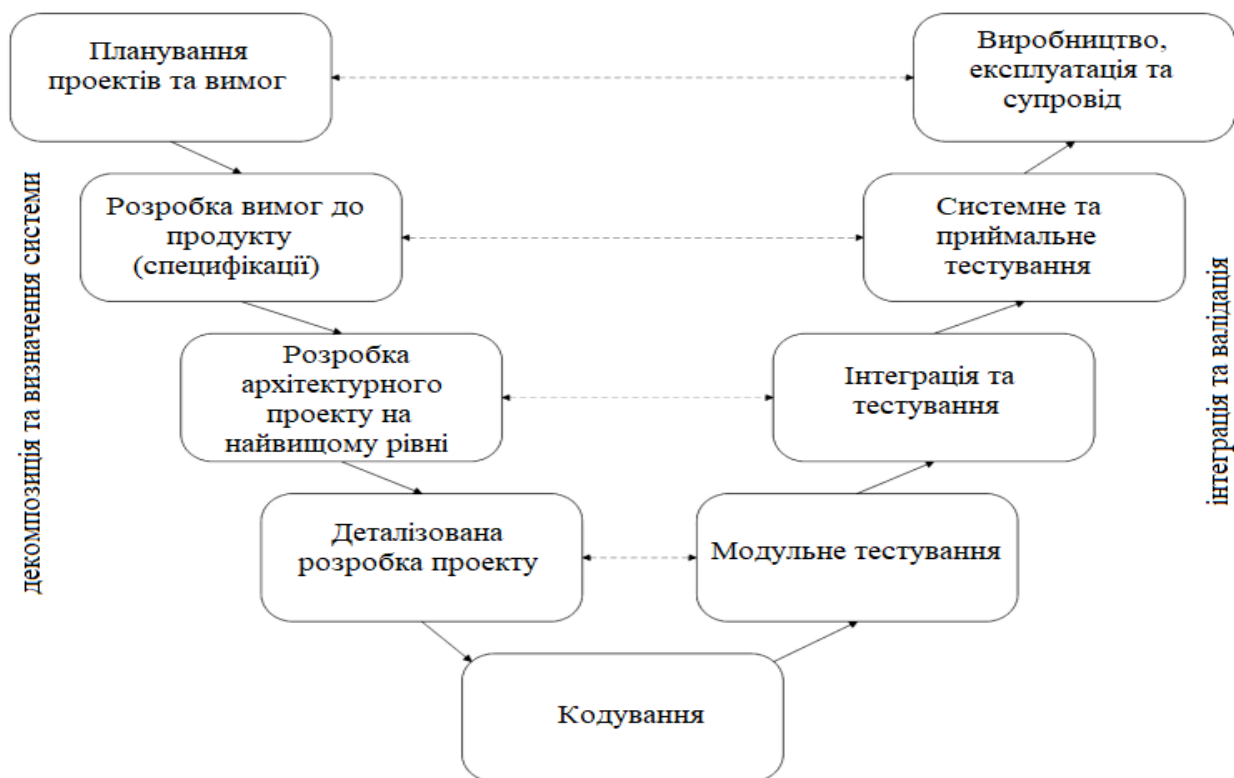


Рисунок 5.1 – V-подібна модель життєвого циклу

Слід зауважити, що як в галузі управління якістю (ISO 9001), так і менеджменту безпеки, обов'язковою вимогою є застосування ризик-орієнтованого підходу. Так, наприклад, оцінка ризиків та аналіз загроз є необхідними заходами для визначення необхідного рівня повноти безпеки.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

За результатами виконання магістерської роботи проведено аналіз особливостей техніко-економічних показників швидкісних електропоїздів ЕКр-1 Тарпан і вимог до процесу його експлуатації.

З наведених розрахунків можна зробити висновок, що вітчизняний ШРС ЕКр1 «Тарпан» має високий рівень конкурентоспроможності в порівнянні з багатьма ШРС інших країн.

Це визначає доцільність подальшого розвитку інфраструктури системи утримання ШРС на базі власного виробництва з поступовим освоєнням організації утримання закордонного ШРС на власній ремонтній базі своїм ремонтним персоналом.

Головні вимоги до рухомого складу, який здійснює пасажирські перевезення по трансєвропейських звичайних залізничних системах і транс'європейських високошвидкісних залізничних системах, наведені в ТСІ (регламент комісії ЄС № 1302/2014 від 18 листопада 2014 року щодо технічної специфікації сумісності, що стосується підсистеми «рухомий склад — локомотиви та пасажирський рухомий склад» залізничної системи в Європейському Союзі) [11]. Та як метою цієї роботи є підвищення ефективності транскордонних залізничних пасажирських перевезень між Україною та країнами ЄС, детальний аналіз на відповідність електропозда «Тарпан» вимогам ТСІ до не проводився.

Також хочу зауважити, що виконання цих вимог для можливості експлуатації електропозда ЕКр1 «Тарпан» на теренах ЄС є обов'язковим.

## СПИСОК ВИКОРАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. №430-р. [Електронний документ] Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>
2. Приходько, В. І. Особливості розвитку вітчизняного денного швидкісного руху/В. І. Приходько, О. А. Шкабров// Вагонний парк. - Харків, 2020. - № 11. - С. 8-27.
3. Матусевич, О. О. Вартісні техніко-економічні показники та ефективність залізничних пасажирських перевезень / О. О. Матусевич // Проблеми економіки транспорту: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 5. – С. 72–79. – DOI: 10.15802/pte.v0i5.19477.
4. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов, О. Б. Комов, І. В. Грицук // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобілета тракторобудування, 2013. – № 29 (1002). – С. 138–144.
5. Давідіч Ю. О. Конспект лекцій з дисципліни «Організація і технологія перевезень» для студентів 2 курсу денної та 3 курсу заочної форми навчання за напрямом підготовки 6.030601 – Менеджмент) / Ю. О. Давідіч, Г. І Фалецька ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 36 с.
6. Калабухін Ю. Є. Удосконалення методології визначення техніко-економічних показників функціонування тягового рухомого складу з урахуванням життєвого циклу : Дис... д-ра наук: 05.22.07 - 2010.
7. Сайт Вікіпедія. [Електронний документ]. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F\\_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%96\\_%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B0\\_%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%B2%D1%96%D0%B3%D0%](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B0_%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%B2%D1%96%D0%B3%D0%)

В0

8. Сайт Вікіпедія. [Електронний документ]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%88%D0%BB%D1%8C-%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9>
9. Сайт портал освітньо-інформаційних послуг «Студентська консультація». [Електронний документ]. Режим доступу: <http://studcon.org/tehnichno-ekonomichni-pokaznyky-pasazhyrskyh-vagoniv>
10. Сайт Вікіпедія. [Електронний документ]. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%9A%D1%801\\_%C2%AB%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%B0%D0%BD%C2%BB](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%9A%D1%801_%C2%AB%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%B0%D0%BD%C2%BB)
11. Commission regulation (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014 concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘rolling stock — locomotives and passenger rolling stock’ subsystem of the rail system in the European Union [Електронний документ] Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32014R1302>